



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**CORTICOTOMIAS ALVEOLARES NA ORTODONTIA:
INDICAÇÕES E EFEITOS NA MOVIMENTAÇÃO DENTÁRIA**

Trabalho submetido por
Francine Ribeiro de Arruda
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

julho de 2019



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

CORTICOTOMIAS ALVEOLARES NA ORTODONTIA: INDICAÇÕES E EFEITOS NA MOVIMENTAÇÃO DENTÁRIA

Trabalho submetido por
Francine Ribeiro de Arruda
para a obtenção do grau de **Mestre** em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Prof. Doutor Pedro Maria Veiga Abecasis

e coorientado por
Prof. Doutor Hélder José Nunes da Costa

julho de 2019

Dedicatória

Ao meu marido Nicolas, por todo apoio e compreensão indispensáveis para a elaboração deste trabalho.

Ao meu filho Martin, obrigada por estar sempre ao meu lado e fazer parte da minha vida.

Afortunadamente, sempre há outro dia, outros sonhos
outras coisas, outras pessoas...

Sempre há um novo começo atrás de cada final.

(Clarice Lispector)

Agradecimentos

Agradeço ao meu orientador, Prof. Doutor Pedro Maria Veiga Abecasis, por sua permanente disponibilidade e apoio prestado para a realização deste trabalho.

Ao meu coorientador Prof Doutor Hélder José Nunes da Costa por todas as sugestões que me deu de forma a organizar meu trabalho e igualmente pelo seu apoio na elaboração do mesmo.

Ao Instituto Universitário Egas Moniz e todo corpo docente pelos conhecimentos que adquiri.

A todos quero expressar o meu reconhecimento e profundo agradecimento.

Resumo

Objetivo: Apresentar a técnica das Corticotomias Alveolares na Ortodontia: Indicações e efeitos na Movimentação Dentária, os principais aspectos a serem considerados pelos profissionais da medicina dentária para a utilização desta técnica cirúrgica como auxiliares ao tratamento ortodôntico, também serão discutidos os aspectos históricos desta abordagem terapêutica, principais indicações, princípios biológicos fundamentais e seus riscos e limitações.

Métodos: Foram pesquisadas as bibliotecas on-line incluindo PubMed, Scopus nas buscas de artigos que estudem corticotomias .As publicações revisadas foram em idiomas inglês, português, espanhol foram coletadas e avaliadas por seu resumo e incluídas se atendessem a este critérios de inclusão, os critérios de exclusão envolveram corticotomias de maxila ou mandíbula para casos de mordida aberta ou cruzada e estudos de ancoragem com corticotomia alveolar.

Resultados: 119 estudos cumpriram os critérios de inclusão, que foram de interesse, como os trabalhos experimentais em animais e apresentações de casos clínicos e foram excluídos as apresentações de casos clínicos únicos.

Conclusões: Apesar das aparentes vantagens resultados satisfatórios com relação as corticotomias alveolares e os enxertos ósseos, estudos adicionais são necessários para que o mecanismo de ação seja esclarecido.

Palavras-chave: Corticotomia, Ortodontia, Corticotomia Assistida, Ortodontia Acelerada, Fenómeno Aceleratório Regional, Piezocisão.

Abstract

Objective: Present the technique of Corticotomies in Orthodontics: Indications and effects of the surgical strategy and auxiliary in orthodontic treatment; main priorities, fundamental biological criteria and their risks and limitations.

Methods: A bibliographic review was elaborated with computer online database including PubMed, Scopus in the searches of articles that studied corticotomies. The revised publications were in English, Portuguese and Spanish. The abstracts were evaluated by its summary and included if they met this inclusion criteria, the exclusion criteria involved maxillary or mandibular corticotomies for open or crossbite cases and anchorage studies with alveolar corticotomy.

Results: 119 studies fulfilled the inclusion criteria, including experimental animal studies and presentations of clinical cases, and the presentations of single clinical cases were excluded.

Conclusions Despite the satisfactory results regarding alveolar corticotomies and bone grafts, further studies are still necessary so that the mechanism of action that occurs in this treatment is fully clarified.

Keywords: Corticotomy, Orthodontics, Corticotomy-assisted, Accelerated Orthodontics, Regional Accelerating Phenomena, Piezocision.

Índice Geral

Índice de Figuras	7
Lista de Abreviaturas.....	11
I. Introdução	13
I.1. Contextualização e Justificação do Trabalho	14
II. Objetivos do Estudo.....	15
III. Metodologia do Estudo.....	17
IV. Desenvolvimento.....	19
IV.1. Fundamentos Biológicos	19
IV.1.1. Fisiologia Periodontal e Óssea	19
IV.1.2. Movimento Dentário	20
IV.1.3. Biomecânica do Movimento Dentário Ortodôntico (MDO).....	21
IV.1.3.1. Modelo de Movimentação Dentária.....	25
IV.1.3.2. Substituição Óssea e Ligamento Periodontal.	26
IV.1.4. Hialinização	27
IV.1.5. Fenómeno Aceleratório Regional (RAP).....	28
V. Tratamento Ortodôntico Facilitado por Cirurgia.....	33
V.1. Histórico	33
V.2. Corticotomia Alveolar	37
V.3. Conceito de Bloco Ósseo.....	40
V.4. Distração Osteogénica	40
V.5. Piezocisão	42
V.6. Ortodontia Osteogénica Acelerada Periodontalmente (PAOO)	44
V.7. Micro-Osteo Perfuração (MOP)	45
V.8. Discisão	47
VI. Abordagens não-Cirúrgicas da Movimentação Ortodôntica Acelerada.....	49
VI.1. Medicamentos	49

VI.2. Estímulo Vibratório.....	49
VI.3. Laser Terapia de baixa intensidade (LTBI).....	50
VII. Aplicações Clínicas das Corticotomias.....	51
VII.1. Aceleração do Tratamento Ortodôntico.....	51
VII.2. Aumento de Volume dos Processos Alveolares e Movimentação Ortodôntica.	52
VII.3. Risco de Reabsorções Radiculares.....	52
VII.4. Estabilidade dos Resultados.....	53
VIII. Considerações Clínicas das Indicações das Corticotomias Alveolares	55
VIII.1. Técnica Cirúrgica (PAOO).....	57
VIII.1.1. Anestesia	57
VIII.1.2. Elevação do retalho mucoperiosteal	58
VIII.1.3. Decorticação.....	58
VIII.1.4. Sutura do Retalho	60
VIII.1.5. Pós-operatório	60
VIII.2. Considerações do Aumento Alveolar	61
VIII.3 Indicações do Aumento Alveolar	63
IX. Vantagens e Desvantagens	65
IX.1. Vantagens	65
IX.2. Desvantagens.....	66
X. Considerações Especiais e Limitações das Corticotomias Alveolares	67
XI. Conclusão	69
XII. Bibliografia	71

Índice de Figuras

Figura 1. Observa-se a via de erupção desenvolvida acima da coroa. (Adaptado de Chiego, 2008)	20
Figura 2. Secção sagital de 6 um de espessura de canino maxilar de gato, após 14 dias de descolamento distal com força de 80 g. R, raiz; P, LPD; B, osso alveolar. Mostrado lado distal onde PDL foi comprimido, que contém zona necrótica (hialinizada), que está sendo removida por células que circunda o LPD viável; osso alveolar adjacente está passando por reabsorção indireta e desestabilização. x 320. (Adaptado de Krishnan e Davidovitch, 2006).....	21
Figura 3. Comparação das zonas de compressão e tensão. A. MEV da formação de cratera adjacente à zona de compressão, da superfície radicular do primeiro molar superior de um rato, com força ortodôntica de 40 cN por 5 dias. B. MEV do alvéolo do primeiro molar superior de um rato. A osteogênese, em resposta à força do estresse ortodôntico por 5 dias, pode ser vista como espículas ósseas se estendendo até o alvéolo no topo da imagem. (Adaptado de Wise e King, 2008)	24
Figura 4. Movimento dentário para a esquerda (seta preta), com zonas de compressão ao longo da superfície do avanço da raiz e tensão ao longo da superfície radicular da raiz. (Adaptado de Chiego, 2008).....	24
Figura 5. A inclinação da coroa do dente para a esquerda faz com que a raiz comprima o ligamento na parte superior esquerda e inferior direita. Por outro lado, a zona de tensão (T) é criada na parte superior direita e inferior esquerda. B. O dente, em que o movimento de translação é de corpo e representado pela zona de compressão ao longo da superfície da raiz do lado esquerdo que vai, desde o topo até ao ápice do LPD, criando, reabsorção óssea ao longo da raiz e uma zona de tensão em toda a superfície da raiz no lado direito. (Adaptado de Chiego, 2008).....	25
Figura 6. Desenho esquemático do dente, LPD e osso alveolar, uma força é aplicada.(seta). A. A força externa é aplicada. B. No lado oposto, zona de tensão, as células são esticadas e a zona de pressão começa a dar origem à reabsorção. C. Depois de uma aplicação prolongada da força, a formação óssea por osteoblastos, pode ser vista na área de tensão e reabsorção óssea mediada por osteoclastos na área de pressão. (Adaptado de Henneman et al 2008)	26
Figura 7. Histologia de uma zona de compressão do LPD. Observa-se reabsorvendo osso. (Adaptado de Chiego, 2008).....	27

Figura 8. Contagem e identificação de osteoclastos: A, seção histológica ilustrando as regiões de contagem (verde) mesial a uma raiz do primeiro molar superior; B, osteoclastos identificados pela morfologia em HE. AB, osso alveolar; PDL, ligamento periodontal; TR, raiz do dente; TM, dente movimento; setas pretas osteoclastos. (Adaptado de Wang 2009).....	31
Figura 9. Cortes com HE entre a crista alveolar e os níveis médios do primeiro molar após 3 dias de movimento ortodôntico: A, o lado controlo do grupo CO-sozinho; B, o lado do tratamento do grupo CO-sozinho; C, o lado do tratamento do grupo CO 1 TM; D, o tratamento lado do grupo isolado de TM. A direção do movimento dentário é ilustrada em D. (Adaptado de Wang 2009).....	31
Figura 10. Esquerda, corticotomia para movimentação ortodôntica de dentes com rebordo alveolar no caso de retrusão alvéolo-mandibular. Figura da direita corticotomia para movimentação ortodôntica de dentes únicos em caso de protrusão mandibular com diastemas dos dentes. (Adaptado de Köle 1959)......	34
Figura 11. A, B, C e D mostra protrusão com diastemas na maxila e mandíbula e as corticotomias. E “Oclusão” depois do tratamento. (Adaptado de Köle 1959).....	34
Figura 12. A - Vascularização normal da gengiva livre com glomeruloides. B - Diminuição de glomeruloides e substituição por laços vasculares simples após corticotomia e movimento segmentar. X 100. (Adaptado de Duker 1975)......	35
Figura 13. Esboço da técnica cirúrgica para avançar os dentes superiores. A linha tracejada representa a corticotomia interdental a linha desenhada indica a osteotomia. (Adaptado de Köle, 1959).	40
Figura 14. Técnicas cirúrgicas para enfraquecer o osso distal ao canino. Nenhum corte é realizado no vestibular e ou lingual, note a profundidade e a posição da corticotomia. B Distração canina é colocado perto do centro de resistência do canino para conseguir movimento de corpo. (Adaptado de Liou e Huang, 1998)	41
Figura 15. Estadiamento das alterações radiográficas do ligamento periodontal durante e após a distração do canino. A, Estágio 1, alongamento do ligamento periodontal. B, estágio 2, crescimento ósseo ativo. C, estágio 3, recuperação do ligamento periodontal pós distrator. D, Estágio 4, remodelação do osso. E, Estágio 5, maturação. (Adaptado de Liou e Huang, 1998).....	42
Figura 16. A Piezocisão é realizada ao redor de cada raiz. B A corticotomia horizontal (seta). C Corticotomia vestibular e deslocamento com alongamento periodontal palatino.	

D Após reparação óssea, não há perda da crista óssea alveolar e aumento do osso palatino. (Adaptado de Vercellotti e Podesta, 2007).....	43
Figura 17. A Classe I, com diastema em maxila a direita. B Relação molar Classe I e canino Classe II no lado esquerdo da maxila, ausência de lateral e diastema. C Corticotomia em Y para preservar a crista óssea alveolar, D Espaço edêntulo, com insuficiente largura para implante, feito osteotomia horizontal para expansão da crista alveolar. E A ponta OT4 é usada para preparação de alvéolo ósseo para implante. F Implante de 4 mm é colocado na crista expandida. G Pós operatório. H Dia 0, após colocação de aparelho ortodôntico. I Dia 63, Após término do tratamento. Provisório instalado no implante do canino esquerdo. (Adaptado de Vercellotti e Podesta, 2007).	43
Figura 18. A Corticotomia vestibular com cortes e perfurações na maxila quadrante esquerdo. B. Enxerto cobre a decorticação da maxila do quadrante esquerdo. C Reoperada 8,5 meses após a retirada do aparelho ortodôntico. D. Remoção do enxerto que não foi incorporado ao osso. (Adaptado de Wilcko et al, 2001).	45
Figura 19. Representação esquemática do efeito de MOPs na osteoclastogênese: A expressão de inflamação formação de marcadores e osteoclastos em resposta a forças ortodônticas; B, MOPs aumentam os níveis de marcadores inflamatórios, como CCL-2, CCL-3, CCL-5, IL-8, IL-1, TNF-a e IL-6. (Adaptado de Alikhani et al, 2013).	46
Figura 20. Efeito dos MOPs na retração canina. A, visão intraoral, alguns minutos após a aplicação dos MOPs e iniciando a retração canina (fotografia direita) o lado contralateral exposto à mesma força, mas não recebe nenhum MOP (fotografia esquerda). B, vista intraoral, 24 horas após a aplicação dos MOPs., estão completamente cicatrizados (direita) indistinguíveis do lado contralateral (esquerdo), C, Vista intraoral aos 28 dias após a aplicação da força ortodôntica. Retração canina no lado que os MOPs foram aplicados são maiores que os do lado contralateral esquerdo). D, vista oclusal em 28 dias após o início da retração canina. O lado direito, que recebeu MOPs, mostra retração significativa comparado com o lado esquerdo, que não recebeu MOPs. (Adaptado de Alikhani et al, 2013)	47
Figura 21. A Corticotomia com disco circular na região de maxila e mandíbula B, Disco circular dentado. (Adaptado de Buyuk et al 2018).....	48
Figura 22. Limites sugeridos para o movimento ortodôntico nas posições estáveis comparando apenas ortodontia e esta combinada com decorticação alveolar seletiva. Os limites são de 2 a 3 vezes maiores para protração, extrusão e intrusão do incisivo central, mas não para retração do incisivo. (Adaptado de Bell e Guerrero, 2008).....	57

Figura 23. Limites do movimento dentário ortodôntico permanentes superiores e inferiores apenas com ortodontia (segundo Proffit), comparada com ortodontia após decorticação alveolar. (Adaptado de Bell e Guerrero, 2008).	57
Figura 24. Exemplos de corticotomias. Fotografia da esquerda: Mostra os cortes feitos nos 6 dentes anteriores mandibulares. Fotografia da direita, mostra as perfurações e cortes que circundam as raízes dos dentes. (Adaptado de Wilcko et al, 2003)	59
Figura 25. A técnica de decorticação alveolar se baseia na espessura do osso. Os cortes cirúrgicos dificilmente penetram o osso medular na área do dente que deve ser movida tanto lingualmente quanto vestibularmente. (Adaptado de Bell e Guerrero, 2008)	60
Figura 26. TC de paciente tratado com ortodontia acelerada com corticotomias e aumento do enxerto ósseo. A primeira TC mostra as proeminências das raízes, a figura seguinte mostra o aumento de enxerto de osso após corticotomias, é o último a TC de pós-operatório, onde o aumento de volume da cortical alveolar é mostrado. (Adaptado de Wilcko et al, 2007)	62
Figura 27. Reparo de deiscências e fenestrações com o aumento do enxerto ósseo. A Observa-se fenestrações e deiscência. B Decorticação seletiva C e D Ausência de deiscência e fenestrações após 8 anos. (Adaptado de Wilcko et al, 2007).....	63

Lista de Abreviaturas

AOO – Ortodontia Osteogénica Aceleradas

BMU – Unidade Óssea Multicelular

CAs – Corticotomia Alveolar (s)

IL – Interleucinas

LPD – Ligamento Periodontal

MDO – Movimento Dentário Ortodôntico

PAOO – Ortodontia Osteogénica Periodontalmente Acelerada

PG(s) – Prostaglandinas

PTH – Paratormona

RAP – Fenómeno Aceleratório Regional

I. Introdução

Na atualidade em medicina dentária existe uma demanda para abordagens terapêuticas inovadoras, as quais nos possibilitam a adequada execução de um planejamento de tratamento em pacientes adultos com necessidades funcionais e estéticas complexas. O longo tempo de tratamento ortodôntico tem sido associado a um aumento do risco de reabsorção óssea, inflamação gengival, descalcificação e cárie dentária, portanto, reduzir o tempo de tratamento é uma meta apropriada, que requer o aumento da percentagem de movimento dentário. Vários estudos demonstraram que pela aceleração bem-sucedida do dente, o movimento pode ser produzido por corticotomia alveolar, uma vez que o principal propósito da utilização dessas técnicas é otimizar a reabilitação do sistema estomatognático do paciente, tanto em relação a eficiência, qualidade, tempo de tratamento, como na obtenção de resultados finais satisfatórios, fisiológicos, estéticos, e porque não dizer financeiros.

Nas finalizações de tratamento ortodôntico onde os profissionais ortodontistas devem estar sempre atentos ao potencial risco de causar alterações periodontais pelo uso prolongado dos aparelhos ortodônticos fixos é um dos importantes fatores a se considerar além da dificuldade da manutenção de higiene bucal adequada pelo paciente portador de aparelhos ortodônticos, os quais atuam como fatores locais de inflamação, retenção de biofilme dental, facilitando assim, um aumento significativo de micro-organismos que causam lesão periodontal, principalmente quando associado ao tabagismo, doenças sistêmicas como diabetes e obesidade e desequilíbrios hormonais, (Gusmão et al 2005, Gusmão et al 2011), aumento da idade, todos fatores que aumentam o risco de desenvolvimento de doenças periodontais, e considerados negativos no sucesso do tratamento ortodôntico (Maia et al 2011).

Pelos motivos expostos acima, a técnica cirúrgica de corticotomia alveolar, associada ao tratamento ortodôntico, tem o propósito de diminuir o tempo total de tratamento ortodôntico através de uma técnica cirúrgica minimamente invasiva, porém eficiente e adequada, além de diminuir ou até mesmo eliminar os efeitos indesejáveis resultantes da movimentação ortodôntica, já que com o advento de instrumentais cirúrgicos delicados utilizados nas corticotomias como auxiliar ao tratamento ortodôntico, muitas vezes é possível evitar a necessidade de intervenção cirúrgica invasiva ou mesmo casos limítrofes de pacientes com indicação para cirurgia ortognática (Kim et al 2009 e Akay et al 2009).

I.1. Contextualização e Justificação do Trabalho

Com a intenção de acelerar o movimento dentário durante o tratamento ortodôntico, a corticotomia alveolar é definida como um procedimento cirúrgico limitado à porção cortical do osso alveolar com mínima penetração em osso medular, a técnica cirúrgica como inicialmente descrita, consiste no deslocamento total ou parcial de retalhos da mucosa gengival, incisões interdentais verticais realizadas na região vestibular estendendo-se além dos ápices radiculares, os cortes ósseos realizados na superfície óssea entre as raízes dentárias, as vezes complementadas com cortes ósseos horizontais supra-apicais, conectando-os e como resultado destas corticotomias teremos uma modificação do equilíbrio entre a aposição e reabsorção óssea, provocado por meio da corticotomia seletiva no osso alveolar. Esta técnica tem sido indicada como uma alternativa viável para facilitar o movimento dentário (Sebaoun et al 2008). A corticotomia alveolar também é referida como Ortodontia Osteogénica Acelerada Periodontalmente (*Periodontally Accelerated Osteogenic Orthodontics* - PAOO), assim definida por Wilcko et al. (2001). O objetivo final desta técnica é iniciar uma rápida resposta de reparação do osso sem, todavia, mobilizar os segmentos ósseos, acelerando assim o tratamento ortodôntico.

Também é necessário salientar que como é um procedimento cirúrgico, existe um fator de resistência por parte dos pacientes a se submeterem à cirurgia, igualmente também pode-se encontrar alguma resistência por parte dos ortodontistas para indicar esta técnica cirúrgica aos pacientes.

A evolução das técnicas cirúrgicas realizadas nas corticotomias, cria a expectativa de se obter um efeito similar quando comparada a técnica original e com a realização de uma corticotomia alveolar simplificada e menos invasiva, pode-se viabilizar uma maior utilização desta técnica cirúrgica associada aos novos dispositivos de ortodontia como os mini-implantes, mini-placas, alcançando desta maneira maior eficiência no tratamento do paciente adulto interagindo a ortodontia, cirurgia e a periodontia e associando também as inovações tecnológicas, como a tomografia computadorizada de feixe cónico como recurso de reconstrução volumétrica, que pode ser utilizado para análise clínica quantitativa do movimento dentário (Baumgartel et al., 2009; Berco et al., 2009).

II. Objetivos do Estudo

O objetivo deste estudo é através da revisão da literatura, rever o histórico desta técnica, os fundamentos biológicos que justificam sua utilização, principais indicações e efeitos na movimentação dentária, vantagens e desvantagens do uso desta técnica.

III. Metodologia do Estudo

Para realizar o estudo acima referido, fez-se a revisão bibliográfica da literatura das bibliotecas on-line e recorremos aos motores de busca do PubMed e Scopus nas buscas de artigos que estudem corticotomias alveolares usando uma combinação de palavras-chave: “corticotomia alveolar”, “ortodontia acelerada”, “movimentação ortodôntica acelerada”. As publicações revisadas foram em idiomas inglês, português, espanhol no período de 01 de janeiro de 2000 até 31 de dezembro de 2018, foram coletadas e avaliadas por seu resumo e incluídas se atendessem aos critérios de inclusão com relação a corticotomia alveolar e tratamento ortodôntico, as técnicas cirúrgicas de corticotomias alveolares através de trabalhos experimentais e apresentação de casos clínicos. Os critérios de exclusão envolveram corticotomias de maxila ou mandíbula para casos de mordida aberta ou cruzada e estudos de ancoragem com corticotomia alveolar e as apresentações de casos clínicos únicos.

IV. Desenvolvimento

IV.1. Fundamentos Biológicos

As reações biológicas periodontais contribuem para os resultados do tratamento ortodôntico, onde a produção de hialinização do ligamento periodontal, modificam a velocidade da movimentação dentária, (Murphy et al 2014). Tratamentos ortodônticos prolongados tem sido associado a resultados negativos como o aumento do risco de lesões de cáries, (Richter et al., 2011), doença periodontal (Naranjo, 2006), (Olympio et al 2006), reabsorção radicular, (Weltman et al., 2010) e reações pulpares, (Grunheid et al., 2007), enquanto a redução do período do tratamento ortodôntico tem o benefício possivelmente de minimizar estes efeitos colaterais indesejados e melhorar a satisfação e aceitação do paciente.

IV.1.1. Fisiologia Periodontal e Óssea

O ligamento periodontal é um tecido conjuntivo altamente especializado, com aproximadamente 0,2 mm de largura, localizado no espaço que está entre os dentes e o osso alveolar. Sua principal função é conectar os dentes ao osso alveolar, assim, estes podem suportar forças consideráveis exercidas durante o ato da mastigação e quando submetidos as forças ortodônticas esta capacidade é dada por feixes de fibras de colagénio que se estendem do ligamento periodontal do osso ao dente. Cada feixe de fibras de colagénio se parece com uma corda torcida, na qual os fios individuais podem ser continuamente remodelados, sem que a fibra perca sua arquitetura e função. Dessa forma, feixes de fibras de colagénio podem se adaptar às tensões a que estão sujeitos, como funções mastigatórias ou forças ortodônticas, sendo que em um extremo das fibras do ligamento periodontal são inseridas no osso alveolar e na outra extremidade esses feixes são introduzidos no cimento dentário (Chiego 2014).

O osso alveolar é a camada de tecido ósseo que reveste o alvéolo dentário, em associação ao cimento e ao ligamento periodontal, devido à deposição periódica de tecido ósseo, este apresenta-se formado por lamelas paralelas nas quais estão inseridas as fibras de Sharpey, e a homeostase óssea depende da ação coordenada de osteoblastos, osteócitos, osteoclastos e células de revestimento, os quais sofrem influência de fatores sistêmicos e locais, os osteoblastos são células que produzem a matriz óssea extracelular são responsáveis pela sua mineralização formam osso novo e controlam também a atividade e diferenciação

dos osteoclastos, os osteoclastos são regulados pelos osteócitos, promovem a reabsorção óssea levando ao aparecimento de lacunas de grandes dimensões, conhecidas como lacunas de Howship, no osso esponjoso, e conhecidas como cones de reabsorção, quando no osso compacto, e os osteócitos são células que permitem a comunicação das células com outros osteócitos e também com osteoblastos, através dos seus prolongamentos dendríticos extensos. São assim responsáveis pelo controlo da função dos osteoblastos e osteoclastos (Faloni et al 2011).

IV.1.2. Movimento Dentário

O movimento dentário de qualquer tipo é devido a um processo harmónico mediado por células predominantemente do ligamento periodontal.

A erupção dentária ativa começa em um ambiente intraósseo e encontra uma via de erupção mediada pelos osteoclastos e é a direção que determina a direção de erupção da coroa, pelo menos inicialmente, a via de erupção requer reabsorção óssea que é regulada pelo folículo pericoronário, e a erupção dentária bem-sucedida depende da sua oportuna ocorrência bilateral, pois os eventos celulares no folículo relacionados à reabsorção ocorrem após a formação da coroa e envolvem algum sinal (s) do epitélio do esmalte. Figura 1. Mediadores prováveis incluem metaloproteinases de matriz, interleucina-1, fator de crescimento epidérmico-1 e proteínas indefinidas no órgão do esmalte e no dente. Em resumo, para entender a erupção dentária consiste na compreensão que este processo consiste em grande parte do metabolismo local do osso alveolar para produzir reabsorção na direção da erupção e formação de osso no local oposto, seletivamente podemos alterar discretamente esse processo e inclui a estimulação local da reabsorção pela extração de um dente primário ou remoção cirúrgica do osso e/ou auxiliando com a incisão da mucosa gengival (Marks e Schroeder 1996).

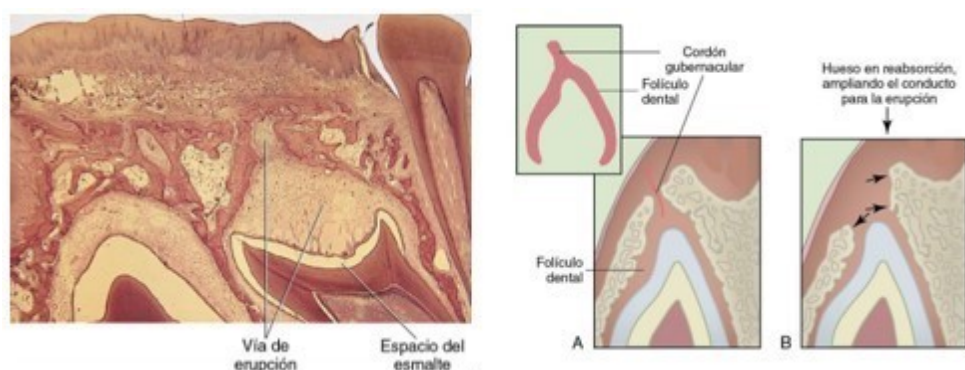


Figura 1. Observa-se a via de erupção desenvolvida acima da coroa. (Adaptado de Chiego, 2014).

Já Wise e King (2008), afirmam que a erupção dentária ocorre como resultado de uma expressão molecular programada do osso alveolar, e um melhor estudo desses eventos celulares e moleculares que regulam a erupção dentária e o movimento ortodôntico, e necessita de maiores estudos para entender melhor esses fenômenos.

IV.1.3. Biomecânica do Movimento Dentário Ortodôntico (MDO)

O movimento dentário é limitado por processos fisiológicos, onde as forças são transmitidas dos dentes ao ligamento periodontal dentro do osso alveolar (Consolaro et al, 2011).

Os movimentos dentários ortodônticos diferem do movimento fisiológico da erupção dentária, pois este movimento dentário é um processo lento que geralmente ocorre em direção ao vestíbulo dentro do osso esponjoso ou pelo crescimento no córtex ósseo, já a movimentação ortodôntica é caracterizada pela criação abrupta de regiões de tensão e compressão no ligamento periodontal, este movimento pode ser rápido ou lento, dependendo das características da aplicação da força e da resposta biológica do hospedeiro. Figura 2. (Krishnan e Davidovitch 2006 e Henneman 2008).

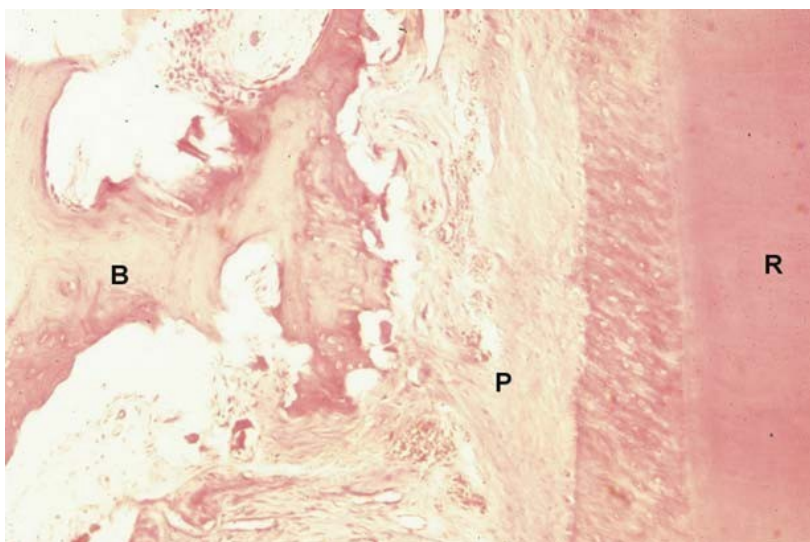


Figura 2. Secção sagital de 6 micras de espessura de canino maxilar de gato, após 14 dias de descolamento distal com força de 80 g. R, raiz; P, LPD; B, osso alveolar. Mostrado lado distal onde LPD foi comprimido, que contém zona necrótica (hialinizada), que está sendo removida por células que circunda o LPD viável; osso alveolar adjacente está passando por reabsorção indireta e desestabilização. x 320. (Adaptado de Krishnan e Davidovitch, 2006).

A remodelação de tecido dentário incluindo a polpa dentária, ligamento periodontal, osso alveolar e tecido gengival, quando expostos a vários graus de carga, pressão e tensão mecânica com diferentes magnitudes, frequência e duração, expressam extensas alterações macro e microscópicas (Krishnan e Davidovitch 2006).

O movimento dentário ortodôntico é diretamente regulado pela aposição e reabsorção óssea ao redor do dente, conhecida como fenómeno de remodelação óssea, (Cohen et al 2010). Existem várias hipóteses sobre o movimento dentário, mecano-transdução, (Bassett 1968), piezoelétrico, (Davidovitch 1991), flexão óssea e pressão-tensão, (Oppenheim 2007), e talvez o mecanismo mais aceite de movimentação dentária e remodelação óssea seja a tensão e compressão do ligamento periodontal, devido às forças sobre o dente que causam deposição e reabsorção do osso alveolar adjacente, respetivamente, (Kurol e Owman-Moll 1998), as células osteoclásticas são responsáveis pela reabsorção frontal óssea alveolar, enquanto os osteoblastos estimulam a aposição óssea no lado da tensão (King et al 1991 e Asiry 2018).

A fase precoce do movimento ortodôntico sempre envolve uma resposta inflamatória aguda caracterizada por vaso dilatação periodontal e migração de leucócitos para fora dos capilares. Essa migração celular produz diversas citocinas moléculas de sinal bioquímico local, que interagem direta ou indiretamente com toda a população de células parodontais (Krishnan e Davidovitch 2006, Wise e King 2008).

As citocinas induzem a síntese e a secreção de numerosas substâncias pelas células-alvo, incluindo prostaglandinas (PGs), fatores de crescimento e outras citocinas. Ultimamente, essas células são as unidades funcionais que remodelam os tecidos parodontais e facilitam o movimento ortodôntico (Krishnan e Davidovitch 2006).

O processo inflamatório agudo que define a fase inicial do movimento ortodôntico é predominantemente exsudativo onde plasma e leucócitos dos vasos capilares são liberados em áreas de tensão. Um ou dois dias depois, a fase aguda da inflamação diminui e é substituída por um processo proliferativo crónico composto principalmente de fibroblastos, células endoteliais, osteoblastos e células da medula óssea alveolar. Durante esse período, os leucócitos continuam a migrar para a área de tensão tecidular e regulam o processo de remodelação, (Krishnan e Davidovitch 2006), a inflamação crónica prevalece até a próxima consulta quando o ortodontista ativa o aparelho ortodôntico para continuar a movimentação dentária, iniciando outro período de inflamação aguda. Para o paciente, períodos de inflamação aguda estão relacionados à sensação de dor, um reflexo deste fenómeno é o fluido crevicular gengival encontrado em dentes em movimento onde há um aumento temporário

significativo dos níveis de mediadores inflamatórios, tais como citocinas e prostaglandinas. (Krishnan e Davidovitch 2006).

Existe uma relação direta de prostaglandinas nos osteoclastos no aumento de seu número e no efeito da reabsorção óssea, como outros agentes de reabsorção óssea, as PGs também estimulam a diferenciação de células osteoblásticas e a formação de novo osso, outros agentes incluem o fator de crescimento hormonal da paratiroide, como (PTH), e as interleucinas (IL) ou outras citocinas que induzem a produção de PG, o efeito de remodelação óssea e o movimento do dente (Samuels, Pender e Last 1993).

Outro agente que foi identificado como um fator importante no movimento ortodôntico dentário é a vitamina D tendo um papel importante na homeostase do cálcio, níveis baixos de cálcio estimulam a produção de PTH, a vitamina D foi demonstrada como um estimulador potente da reabsorção óssea através da indução de diferenciação de osteoclastos, e é conhecida por estimular a mineralização óssea e diferenciação celular osteoblástica em maneira dose dependente (Krishnan e Davidovitch 2006).

O movimento dentário produzido pela ortodontia só é possível se a reabsorção óssea ocorrer na direção em que o dente está sendo deslocado. Por outro lado, o movimento da ortodontia, induz a reabsorção óssea e na outra superfície radicular gera uma zona de tensão no ligamento periodontal LPD). Essas tensões geram a ativação das células e mudanças nos tecidos vasculares e nervosos ao longo das superfícies ósseas e do cimento que são mediados pelo LPD. Nesta zona de tensão, o osso é formado na parede alveolar, que estabiliza o dente em sua nova posição. Essa situação ocorre da mesma forma em todos os dentes, independentemente do número de raízes presentes, podendo ser mono ou multirradiculares. Nos dentes multirradiculares, o movimento é complicado pela bifurcação radicular, que apresenta superfície óssea adicional em relação à pressão e tensão. Figura 3 (Wise e King 2008).

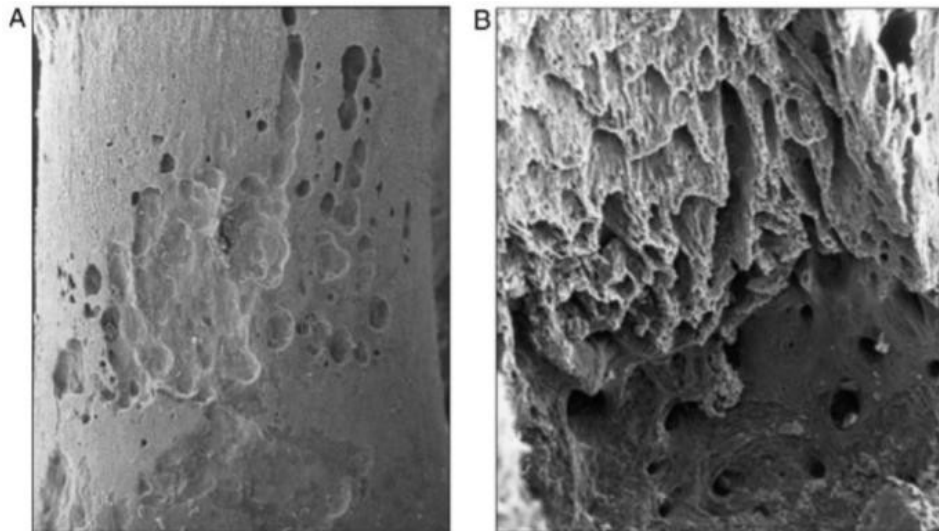


Figura 3. Comparação das zonas de compressão e tensão. A. MEV da formação de cratera adjacente à zona de compressão, da superfície radicular do primeiro molar superior de um rato, com força ortodôntica de 40 cN por 5 dias. B. MEV do alvéolo do primeiro molar superior de um rato. A osteogênese, em resposta à força do estresse ortodôntico por 5 dias, pode ser vista como espículas ósseas se estendendo até o alvéolo no topo da imagem. (Adaptado de Wise e King, 2008).

Durante os movimentos ortodônticos, as zonas de tensão e compressão podem ser geradas no mesmo lado da raiz. Figuras 4 e 5, no entanto, um dente pode exigir um movimento de translação com movimento de corpo, caso em que a raiz é deslocada na mesma direção, afetando toda a superfície do alvéolo, seja com forças de compressão ou forças de tensão, ou seja, com reabsorção ou aposição, respectivamente.

Quando a compressão é muito grande ou muito rápida, causa a hialinização do ligamento periodontal onde a vascularização é excluída e o LPD parece pálido ou "hialinizado" (Chiego 2014).

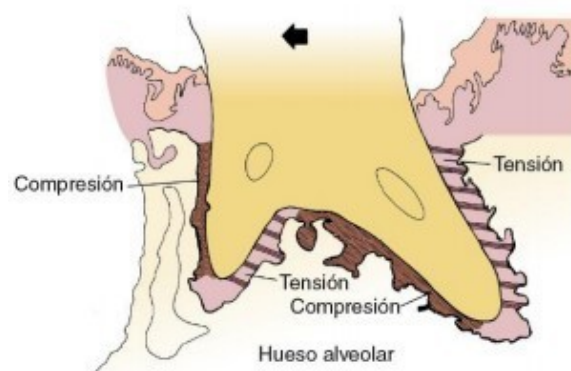


Figura 4. Movimento dentário para a esquerda (seta preta), com zonas de compressão ao longo da superfície do avanço da raiz e tensão ao longo da superfície radicular da raiz. (Adaptado de Chiego, 2014).

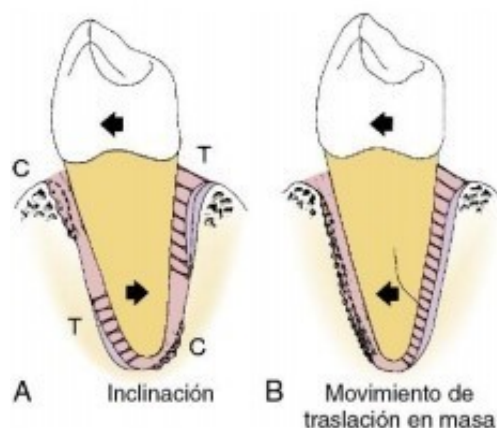


Figura 5. A inclinação da coroa do dente para a esquerda faz com que a raiz comprima o ligamento na parte superior esquerda e inferior direita. Por outro lado, a zona de tensão (T) é criada na parte superior direita e inferior esquerda. B. O dente, em que o movimento de translação é de corpo e representado pela zona de compressão ao longo da superfície da raiz do lado esquerdo que vai, desde o topo até ao ápice do LPD, criando, reabsorção óssea ao longo da raiz e uma zona de tensão em toda a superfície da raiz no lado direito. (Adaptado de Chiego, 2014).

IV.1.3.1. Modelo de Movimentação Dentária

Os leucócitos que estão na corrente sanguínea aderem à zona de interação, os vasos sanguíneos se dilatam, ocorre o extravasamento do plasma, os leucócitos deixam os vasos para o espaço extracelular pela diapedese. Os leucócitos começam a sintetizar moléculas, tais como citocinas, fatores de crescimento e fatores de estimulação de colonização de sinalização, estas moléculas começam a interagir com diferentes células alvo na zona de tração e, finalmente, a ativação destas células começam o processo de modelagem e remodelação dos tecidos ao redor das peças dentárias envolvidas nos movimentos ortodônticos (Krishnan e Davidovitch 2006 e Henneman et al 2008).

Em condições fisiológicas, a síntese e degradação das estruturas periodontais estão em um nível baixo de manutenção da homeostase tecidular. Após a aplicação de uma força externa, esse equilíbrio é alterado e a renovação óssea e periodontal aumenta. Figura 6.

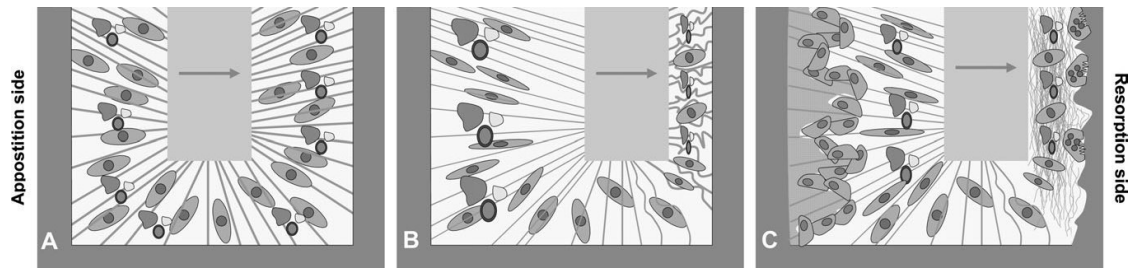


Figura 6. Desenho esquemático do dente, LPD e osso alveolar, uma força é aplicada.(seta). A. A força externa é aplicada. B. No lado oposto, zona de tensão, as células são esticadas e a zona de pressão começa a dar origem à reabsorção. C. Depois de uma aplicação prolongada da força, a formação óssea por osteoblastos, pode ser vista na área de tensão e reabsorção óssea mediada por osteoclastos na área de pressão. (Adaptado de Henneman et al 2008).

IV.1.3.2. Substituição Óssea e Ligamento Periodontal

As células do ligamento periodontal respondem às forças externas, aumentando a proliferação celular e a apoptose.

Nas áreas de tensão observa-se um aumento vascular, assim como a saída dos macrófagos e leucócitos acompanhados pelas proteínas e fluidos dos vasos sanguíneos. Sabe-se que estas células são capazes de produzir várias moléculas de sinalização, que estão envolvidas na remodelação dos tecidos pela força induzida. Considera-se que quando o LPD está em tensão, o organismo tenta neutralizar o estímulo nocivo, limitando a função. Essa limitação ajuda a reparar e substituir o tecido danificado. Se o nível de estresse ao qual as células podem chegar for excedido, a vascularização do LPD diminui e a morte celular das células afetadas ocorre (Krishnan e Davidovitch 2006 e Wise e King 2008).

Na área de pressão, em direção ao movimento dentário, o espaço do LPD é reduzido e a parede alveolar começa a se deformar. Dependendo da magnitude da força aplicada, as reações nesta área são diferentes, a simples pressão do LPD produz reabsorção óssea direta, enquanto forças excessivas dão origem a um processo chamado "hialinização", já que o aumento da pressão em uma região localizada do LPD pode inibir a diferenciação dos osteoclastos e, em contraste, iniciar reações degenerativas do tecido. Figura 7 (Chiego 2014).

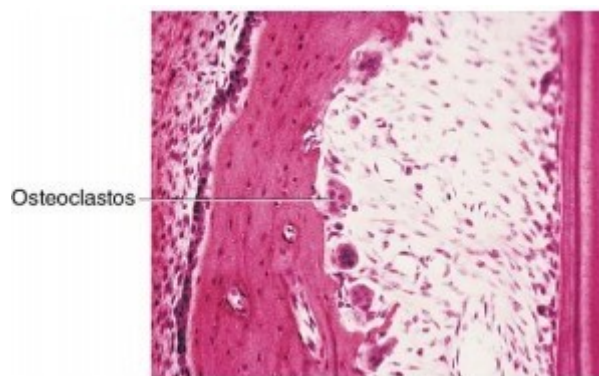


Figura 7. Histologia de uma zona de compressão do LPD. Observa-se reabsorvendo osso. (Adaptado de Chiego, 2014).

As alterações teciduais na zona de compressão do LPD são caracterizadas por edema, obliteração parcial dos vasos sanguíneos e quebra das paredes das veias, seguidas pelo escape de células sanguíneas para o espaço extra vascular. O processo degenerativo é mantido enquanto a pressão continua, nenhum movimento dentário ocorre até que o tecido necrótico seja removido pela invasão das células fagocíticas que chegam do ligamento e dos espaços periféricos não danificados. Este processo de eliminação é concluído em aproximadamente 3 a 5 semanas.

IV.1.4. Hialinização

A hialinização é considerada um efeito colateral indesejado, o objetivo dos movimentos ortodônticos é mover os dentes da forma mais eficiente possível, com efeitos colaterais mínimos para o dente e suas estruturas de suporte. Supõe-se que uma força ótima é importante para uma resposta biológica adequada no LPD, fatores como o tipo e a magnitude da força, ou a duração do tratamento foram encontrados como situações consistentes com reações teciduais indesejadas, como a reabsorção radicular. O aparecimento de tecido necrótico denominado "hialinização" é um componente importante no processo de movimentação ortodôntica (Henneman et al 2008, Böhl e Kuijpers-Jagtman 2009).

Nos movimentos dentários, duas áreas são histologicamente vistas, a zona de tensão e a zona de pressão. Na zona de pressão há uma alteração no fluxo sanguíneo e necrose de células nesta área e ocorre uma reabsorção óssea mediada pelos osteoclastos que é produzida próximo ao tecido hialinizado, e aparece nas áreas de pressão no LPD principalmente durante a "fase inicial" de movimento ortodôntico, no entanto, também foi encontrado em outras fases (Henneman et al 2008).

A hialinização durante os estágios finais pode, em parte, explicar as diferenças clínicas observadas na amplitude do movimento dentário entre diferentes pessoas.

Em estudos histológicos foram relatados reabsorção de osso nas regiões de pressão e na zona de tração, também demonstraram que é possível um movimento fisiológico dentário sem danos para o LPD ou a raiz se a pressão não exceda a pressão arterial capilar. Este processo de reabsorção óssea é influenciado por células fagocíticas, tais como macrófagos, células gigantes, fibroblastos e pré osteoclastos, que invadem a área adjacente e elimina o tecido hialinizado. Isso acontece na fase inicial, na aceleração e na fase de alinhamento dentário ortodôntico. Mas na ortodontia acelerada com corticotomias, a hialinização é vista apenas na primeira fase, mas não nas seguintes (Henneman et al 2008, e Böhl e Kuijpers-Jagtman 2009).

IV.1.5. Fenômeno Aceleratório Regional (RAP)

Köle (1959), observou que o movimento dentário é retardado em áreas de maior mineralização óssea, conseqüentemente, com uma lesão intencional no osso alveolar, o metabolismo ósseo mudaria para um estado mais catabólico.

A sequência descritiva essencial do processo de reparação das fraturas ósseas é conhecida por muitos anos (Frost 1989 e Frost 1989) e foram delineadas nas ciências básicas, no entanto, o sexto processo, o Fenômeno Aceleratório Regional ou *Regional Acceleratory Phenomenon* (RAP), foi descrito pela primeira vez como uma entidade por Frost (1983), de alguma forma, a lesão original acelera esses processos regionais normais, sua aceleração é chamada de RAP, que não parece fornecer novos processos, mas aumenta a rapidez dos outros estágios de cura, fazendo a reparação mais rapidamente, desde que o RAP, normalmente ocorre após uma fratura, osteotomia, ou enxerto ósseo e somente em menos de 3% de todas as fraturas não ocorre, o RAP pode acontecer depois de alguns dias da fratura, tipicamente atinge seu ponto máximo em um ou dois meses e pode levar de seis a mais de 24 meses para diminuir e desaparecer completamente (Frost, 1983).

“O Fenômeno Aceleratório Regional é uma reação a nível dos tecidos, em resposta a um estímulo nocivo que aumenta as capacidades de reparação dos tecidos afetados, não apenas em tecidos duros, como osso e cartilagem, mas também em tecidos moles. O RAP é caracterizado pela atividade celular acelerada, como uma resposta de “auxílio”, que induz a resposta de tecidos tanto de defesa como de reparação e remodelação do osso” (Frost, 1983). A remodelação da Unidade Óssea Multicelular (BMU) é um mecanismo mediador particular que contém muitos tipos de células, materiais intercelulares e capilares, organizado no

espaço e no tempo e se comunicam uns com os outros. Uma BMU primeiro produz osteoclastos que removem tecido ósseo pré-existente e depois produz osteoblastos que o substituem por osso em uma sequência de reabsorção e aposição, que dura de três a quatro meses (Frost 1983).

No osso alveolar, este fenômeno também pode ser observado no processo de cicatrização alveolar após a exodontia, doença periodontal, cirurgia dento-alveolar e durante a movimentação dentária ortodôntica, nesta última, o RAP pode ser visto como uma resposta tecidular ao trauma mecânico que induz a formação de pequenos traumatismos, e que deve ser removida posteriormente para não haver acúmulo e consequente falha óssea. A adaptação ao novo ambiente, induzido ortodonticamente é conseguida por uma ativação aumentada de Unidades Ósseas Multicelulares que retorna aos níveis normais em 4 a 6 meses após a corticotomia, a nível celular, este acontecimento é caracterizado pelo aumento de BMUs criando assim a remodelação, a nível tecidular, o RAP produz tecido ósseo, com um padrão desorganizado e que posteriormente será reorganizado em osso lamelar (Verna 2016, Verna e Melsen 2003).

As pesquisas em medicina dentária, entre eles Baloul et al (2011), que em trabalho experimental em ratos testa se a osteoclastogênese induzida por corticotomia produz remodelação óssea subjacente ao movimento dentário ortodôntico e como a decorticação alveolar seletiva aumenta a percentagem de movimentação dentária, os resultados mostram que a proliferação de osteoclastos leva à osteopenia temporária, que diminui a densidade óssea e o volume ósseo. Este processo permite que os dentes se movimentem em um ambiente mais elástico e assim acelera-se o movimento dentário ortodôntico e que a decorticação alveolar aumenta a percentagem de movimentação dentária durante o deslocamento dentário inicial, isso resulta em um mecanismo de reabsorção e formação óssea durante os estágios iniciais de tratamento, sendo que este mecanismo movimenta rapidamente o dente.

O RAP causa uma diminuição reversível na densidade óssea, tipicamente chamada de osteopenia transitória, que diminui a resistência biomecânica do osso alveolar e do LPD, geradas por estímulos como uma corticotomia ou uma perfuração cortical e permite o rápido movimento do dente através do osso trabecular. (Yaffe et al., 1994; Yang et al., 2015 e Cano, et al 2012).

Bogoch et al (1993), fizeram trabalhos em coelhos fazendo osteotomias no fêmur de coelhos onde observou-se um aumento da renovação óssea associada a uma diminuição da densidade, e que o defeito ósseo estimula a formação de novo osso, não somente dentro

da abertura da osteotomia mas também no tecido adjacente ao defeito, o tecido adjacente à osteotomia sofre um aumento de cinco vezes na nova formação óssea sem alteração no volume ósseo e remodelação óssea também foi observada em locais longe da osteotomia.

Yaffe et al. (1994), descrevem a existência do RAP na mandíbula de rato após simples elevação de retalho mucoperiosteal, os resultados apresentam reparação óssea e aumento da remodelação óssea entre 30 e 60 dias e quase completa aos 120 dias.

O trauma cirúrgico e o "Fenômeno Aceleratório Regional" (RAP), em conclusão segundo os autores mencionados. (Frost 1983, Yaffe et al 1994; Verna 2000, Cano et al 2012, e Yang et al, 2015), afirmam que existe um aumento no *turnover* celular e observam um importante desenvolvimento das redes vasculares e linfáticas e um fluxo de osteoblastos e osteoclastos no local da cirurgia. Esse recrudescimento das atividades catabólicas e anabólicas explicam o aumento na percentagem de remodelação dos tecidos moles e duros, que há diminuição da densidade e calcificação óssea devido ao aumento da atividade osteoclástica, o volume da matriz óssea permanece constante e entra em estado osteopénico, esta osteopenia pós-cirúrgica é transitória e reversível, a reparação óssea fisiológica permite a restauração progressiva da densidade do osso de origem.

Desses trabalhos se concluem que a corticotomia, portanto, desencadeia o RAP para permitir a cicatrização do trauma cirúrgico induzido.

Wilcko et al (2003) ao observarem os fenômenos de desmineralização após as corticotomias e comparando-as ao pré e pós tratamento ortodôntico e após o escaneamento computadorizado, encontraram maior volume ósseo nos casos de 2 anos pós-tratamento.

Essa mesma teoria posteriormente foi confirmada por três estudos histológicos em ratos:

Sebaoun et al (2008) estudam a extensão do RAP após corticotomia alveolar, três semanas após a cirurgia, ele observou um aumento de três vezes da percentagem de renovação do osso esponjoso associado a uma diminuição significativa da densidade óssea. Esta osteopenia foi confinada à área imediatamente adjacente ao local da decorticação alveolar e recuperada após 11 semanas.

Wang et al (2009), comparam três grupos de ratos submetidos ao tratamento ortodônticos, um grupo associado a uma corticotomia e outro grupo associado a osteotomia e o grupo controle. No grupo de corticotomias, os resultados mostram 21 dias de reabsorção óssea localizada ao redor dos dentes que foram movimentados, o que não se observou nos outros dois grupos, aos 60 dias, o osso foi completamente neoformado, o que confirma o aparecimento de osteopenia transitória após a realização de corticotomias. Figura 8 e 9.

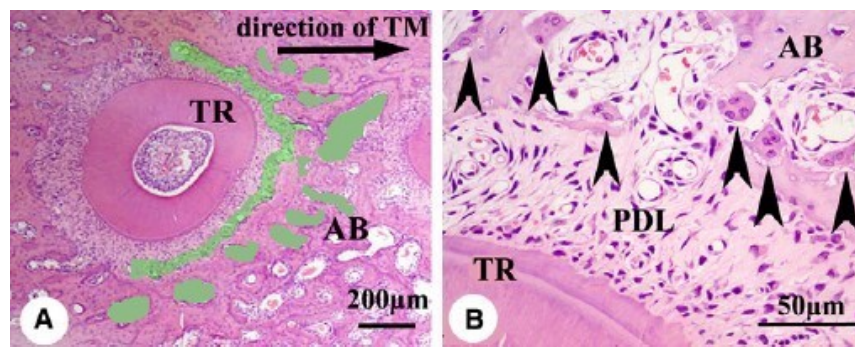


Figura 8. Contagem e identificação de osteoclastos: A, seção histológica ilustrando as regiões de contagem (verde) mesial a uma raiz do primeiro molar superior; B, osteoclastos identificados pela morfologia em HE. AB, osso alveolar; PDL, ligamento periodontal; TR, raiz do dente; TM, movimento do dente; setas pretas osteoclastos. (Adaptado de Wang 2009).

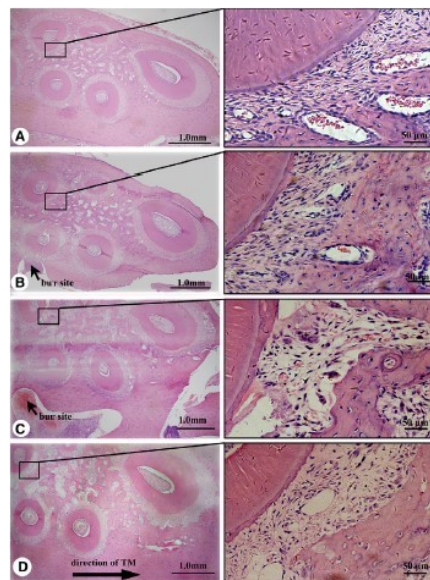


Figura 9. Cortes com HE entre a crista alveolar e os níveis médios do primeiro molar após 3 dias de movimento ortodôntico: A, o lado controlo do grupo CO-sozinho; B, o lado do tratamento do grupo CO-sozinho; C, o lado do tratamento do grupo CO 1 TM; D, o tratamento lado do grupo isolado de TM. A direção do movimento dentário é ilustrada em D. (Adaptado de Wang 2009).

Baloul et al (2011), confirmam em trabalho experimental em ratos o aparecimento de um efeito de reabsorção e neoformação óssea aumentado nos estágios iniciais de um tratamento ortodôntico acelerado por corticotomia, este aumento significativo nas atividades catabólicas e anabólicas significa a aceleração do *turnover* ósseo. Para os autores é esse o mecanismo, descrito no RAP que seria o responsável pela aceleração do deslocamento dentário.

Todos esses estudos permitem afirmar que, ao realizar uma corticotomia, o RAP é estabelecido e se manifesta por um aumento na remodelação óssea e uma diminuição transitória na densidade óssea.

Através da lesão reversível intencional ao osso, a reabsorção osteoclástica pode ser induzida. Isso tem sido chamado de Fenômeno Aceleratório Regional (RAP), que é a base para explicar as modalidades aceleradas de movimento dentário.

IV.1.5.1. Extensão do Fenômeno Aceleratório Regional

Iino (2007), em estudo experimental em cães, aplicou o gráfico da curva do tempo no deslocamento dentário, neste trabalho os ossos mandibulares de 12 cães da raça Beagle foram divididos e sequenciados em 4 fases, onde encontrou-se que a fase inicial, dura de 3 a 4 dias ou menos, a fase de latência praticamente foi descrita como inexistente devido ao baixo grau de hialinização nos segmentos corticotomizados, lembrando que em situações normais de movimento dentário ortodôntico (MDO) a fase de latência dura em média cerca de 7 dias, seguidas pelas fases de aceleração e movimentação dentária linear. Vários autores propuseram que a fase de latência em um tratamento ortodôntico convencional é associada à hialinização do LPD, e que a eficiência do movimento dentário pode ser melhorada com a prevenção da hialinização pois esta precede ao processo de reabsorção radicular, já Yaffe et. Al (1994), em estudos experimentais em ratos, ao fazer só retalhos mucoperiostais observou que o RAP começou cerca de 10 dias após o estímulo traumático e começou a normalizar no dia 21.

Para acelerar o MDO, os procedimentos de ativação do aparelho ortodôntico, devem ser realizados a cada duas ou três semanas, portanto, deve-se concluir que outros fatores além da magnitude da força estão envolvidos na determinação da percentagem de movimento dentário subsequente. Diferenças individuais em densidade óssea e metabolismo ósseo, podem ser responsável por essa variação.

V. Tratamento Ortodôntico Facilitado por Cirurgia

V.1. Histórico

A revisão da literatura consistiu em procurar os primeiros autores idealizadores da técnica das corticotomias alveolares (CAs), pesquisou-se as primeiras publicações e ideias originais dos autores que tentaram acelerar os movimentos dentários ortodônticos associados a corticotomias.

Na literatura ortodôntica, o termo corticotomia alveolar é vagamente definido e muitas vezes confundido com a osteotomia. A corticotomia alveolar é uma técnica cirúrgica na qual uma fissura é feita no osso cortical vestibular e/ou lingual que rodeia os dentes, de modo que o dente fica em um bloco de osso conectado aos outros dentes e estruturas somente através do osso medular. Em contraste, a osteotomia é definida como técnica cirúrgica na qual cortes de espessura total de ambas as tábuas corticais vestibular e lingual e medular são realizadas e por este motivo se cria um segmento de osso mobilizado (Köle 1959 e Suya 1991).

De acordo a Ferguson et al (2008), Bryan, 1892, e Cummingham 1893, foram os primeiros em utilizar a corticotomia, para tratamento de má oclusão dentária, Köle (1959), Figura 10, reintroduziu a corticotomia, procedimento cirúrgico que ele considerava um método mais seguro, o autor acreditava que ao deixar a medula intacta, esta seria capaz de preservar o fornecimento de sangue para os dentes e prevenir muitos dos efeitos adversos associados com as osteotomias. A técnica descrita por Köle (1959), é uma combinação de corticotomias inter-radulares e osteotomias supra-apicais, onde é realizado uma elevação de um retalho mucoperiostal total, da região vestibular e lingual desde a margem gengival até os ápices dos dentes, os cortes ósseos verticais foram feitos interdentalmente com uma broca esférica, começando na altura da crista óssea alveolar e estendendo-se 7 a 10 mm além da linha apical. Os cortes verticais foram feitos no osso cortical, penetrando discretamente no osso medular, os cortes foram unidos através de um corte ósseo horizontal. A única área onde o autor não realizou o corte ósseo horizontal foi na região posterior da mandíbula, em vez disso, substituiu-o por uma corticotomia horizontal semelhante aos cortes verticais. Köle acreditava que uma osteotomia horizontal poderia causar danos a esta área, uma vez que esta região é fortemente inervada com grandes nervos e vasos.

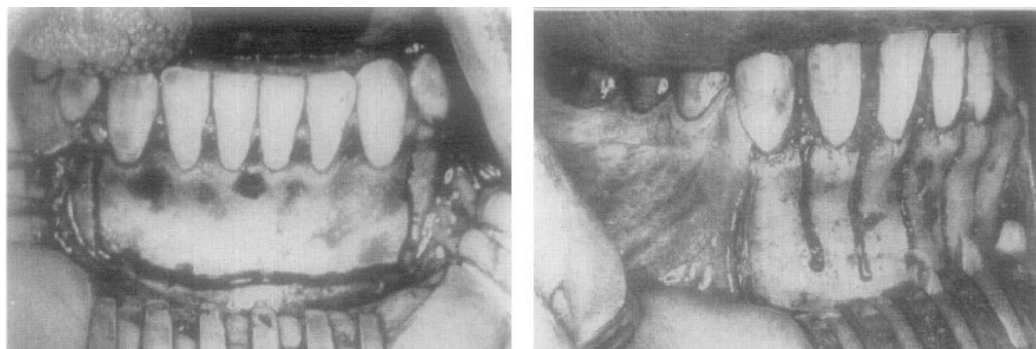


Figura 10. Esquerda, corticotomia para movimentação ortodôntica de dentes com rebordo alveolar no caso de retrusão alvéolo-mandibular. Figura da direita corticotomia para movimentação ortodôntica de dentes únicos em caso de protrusão mandibular com diastemas dos dentes. (Adaptado de Köle 1959).

O autor apresentou casos que foram concluídos dentro de 12 semanas ou menos, sem efeitos colaterais adversos, segundo Köle (1959), a maior resistência às forças ortodônticas vem do osso cortical, e esta é enfraquecida pela corticotomia. Uma vez que a resistência do osso cortical é reduzida pela corticotomia, o dente que está contido dentro do bloco de osso é movimentado através do osso medular menos denso. Köle especulou que as corticotomias permitiam movimentar os blocos de osso com os dentes ao invés de movimentar apenas dentes individualmente. Figura 11.

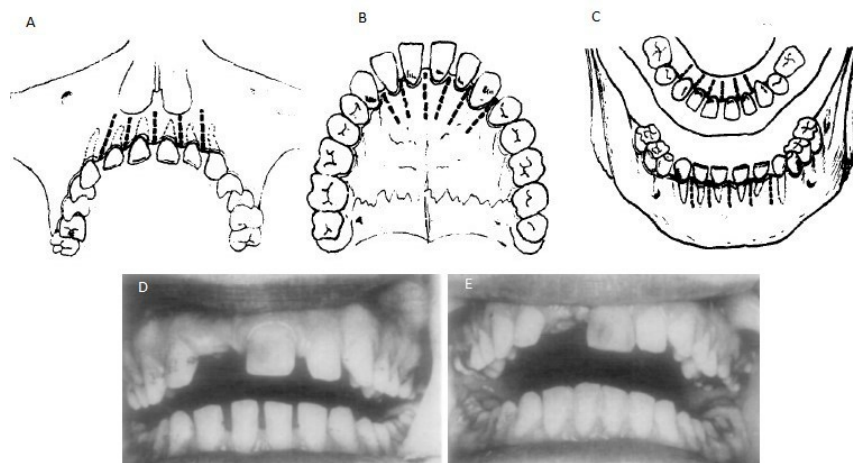


Figura 11. A, B, C e D mostra protrusão com diastemas na maxila e mandíbula e as corticotomias. E “Oclusão” depois do tratamento. (Adaptado de Köle 1959).

Duker (1975), demonstrou em pesquisas com cães beagles, que grupos de dentes podem ser reposicionados em poucos dias após serem submetidos as corticotomias alveolares e que tal movimentação não prejudica o suplemento vascular da polpa, o autor observou apenas pequenas alterações vasculares na mucosa gengival e conclui que os trabalhos experimentais com animais mostraram que os dentes dentro de um curto período de tempo após a corticotomia, não prejudicam nem a polpa nem o ligamento periodontal e

eventualmente se o osso marginal não é lesado pela serra de osteotomia, então apenas discretas alterações vasculares podem ser encontradas na mucosa gengival livre. Figura 12.

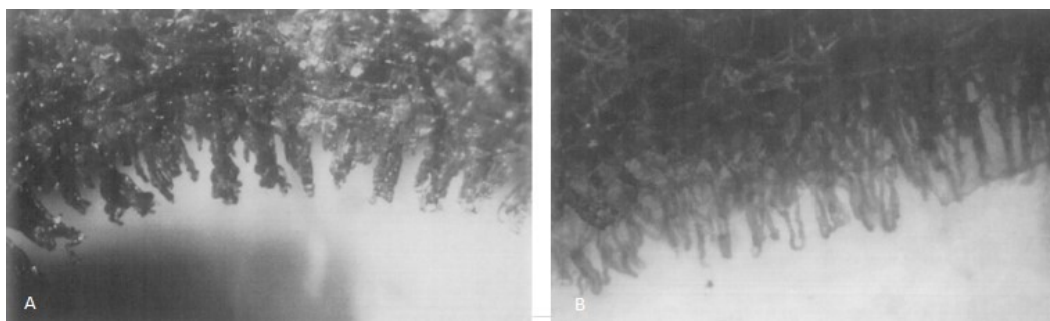


Figura 12. A - Vascularização normal da gengiva livre com glomeruloides. B - Diminuição de glomeruloides e substituição por laços vasculares simples após corticotomia e movimento segmentar. X 100. (Adaptado de Duker 1975).

Generson et al, (1978), (Oliveira et al 2010) modificaram o método de Köle, pela eliminação da osteotomia subapical e descreveram o tratamento de dois casos de mordida aberta com a utilização da corticotomia alveolar seletiva e ortodontia, os autores apresentaram dois casos de mordida aberta que foram tratados com sucesso em um tempo relativamente curto, usando os esforços combinados do cirurgião e do ortodontista, afirmaram que embora, a corticotomia tenha aplicações limitadas, ela é uma opção de uso do cirurgião.

Anholm et al (1986), realizaram o tratamento de um caso clínico com diagnóstico de má oclusão severa onde foi executada a corticotomia alveolar, não foram realizadas extrações dentárias e o tratamento completo foi concluído em 11 meses, não foi observado danos ao periodonto e os autores recomendam esta técnica para facilitar o tratamento ortodôntico.

Gantes et al (1990), relataram tratamentos de cinco pacientes adultos, com idades entre 21 a 32 anos onde foram realizadas corticotomias alveolares, os casos incluíram alguns fechamentos de espaço difíceis onde a tábua óssea vestibular e lingual foram removidas nos locais de extração. O tempo de tratamento médio foi de 14,8 meses para o grupo com corticotomia e 28,3 meses para o grupo de controle. Alguma reabsorção radicular foi observada, mas não houve perda de vitalidade dentária e não houve defeitos periodontais adversos clinicamente perceptíveis, os autores relataram apenas recessão gengival mínima e sem perda de inserção gengival, com bons resultados estéticos, os autores concluem que os procedimentos de corticotomia alveolar causam mínimas mudanças na saúde periodontal.

Wilcko et al (2001), mencionam que Suya (1991), realizou tratamentos usando corticotomia em mais de trezentos pacientes pós-adolescentes e adultos. O autor, substituiu

a osteotomia supra apical, que foi usada por Köle (1959) por uma corticotomia. Suya também propôs que os cortes verticais deveriam começar 2 a 3 mm da crista alveolar para manter o suprimento vascular e prevenir isquemia e necrose intraóssea. Baseado nas observações clínicas, Suya (1991) relatou que 69% do tempo de tratamento ortodôntico foi completado em 127 dias, e insistiu que essa técnica reduziu o tempo de tratamento, porque a resistência no osso cortical foi removida pelo procedimento cirúrgico, permitindo assim que o osso medular menos denso, possibilitasse o aceleração do tratamento ortodôntico pois estes foram movimentados em bloco conjuntamente com os dentes.

Desde os trabalhos pioneiros (Köle 1959, Ducker 1975, Generson et al 1978, Anholm et al 1986, Gantes et al 1990 e Suya 1991), outros autores realizaram o procedimento e relataram resultados semelhantes. Corticotomias foram aplicadas a uma variedade de modalidades de tratamentos, como a retração dos dentes anteriores para protrusão bimaxilar em combinação com ancoragem esquelética, (Böhl e Kuijpers-Jagtman 2009), intrusão de molares com ímãs ou miniplacas, (Nishimura et al 2008), fechamento da mordida aberta anterior, e distalização dos molares para corrigir a má oclusão de classe II.

Posteriormente muitos autores descreveram casos tratados de acordo com esta técnica de realizar só corticotomias, (Gantes, 1990, Hwang 2001) e, mais recentemente, (Iino 2006). No entanto, todos esses autores referem-se à teoria mecanicista dos blocos ósseos, para esses autores é a diminuição da resistência mecânica do osso alveolar dado pelo enfraquecimento do osso cortical, o que explica os deslocamentos dentários ortodônticos mais rápidos. Esta teoria irá predominar por quatro décadas, e Ryneerson (1987), demonstrou a ausência de movimento do osso cortical durante um fechamento de espaço realizado em primatas, como manifestam Murphy et al (2012).

A corticotomia foi reintroduzida quando Wilcko et al, (2001), apresentaram dois relatos de casos clínicos referentes a um paciente adulto e um paciente de 17 anos. Foram feitas as corticotomias de osso alveolar na região vestibular na área do movimento dentário planeado, começando logo abaixo da crista alveolar e estendendo-se além dos ápices dos dentes e uma corticotomia horizontal que conectava as linhas verticais. Estes cortes penetraram no osso medular, apenas o suficiente para induzir o sangramento, a ativação do aparelho ortodôntico foi feito aproximadamente a cada duas semanas, no caso o tratamento dos pacientes foi completado em 26 semanas. Estudos realizados para esclarecer a movimentação dentária após a corticotomia, incluíram, tomografia computadorizada pré e pós-tratamento para efeitos de comparação, os autores observaram deiscências ósseas significativas sobre as proeminências das raízes dos dentes, onde a expansão tinha ocorrido.

O resultado da tomografia, também indicou que fenómenos de desmineralização/remineralização, tinham ocorrido no bloco ósseo movimentado. Com necessidade de obter resultados reproduzíveis, Wilcko et al (2001), relataram as etapas descrevendo como o procedimento deve ser realizado, desde o desenho do retalho mucoso até o enxerto ósseo

Em 2003, Wilcko et al, repetiram o procedimento cirúrgico em um paciente adulto de 27 anos com má oclusão e apinhamento moderado, a técnica consistiu de um retalho bucal e lingual, as corticotomias foram realizadas em áreas selecionadas, seguidas de aumento com enxerto ósseo liofilizado e fechamento primário do retalho, o caso foi concluído em aproximadamente 24 semanas e doze controlos ortodônticos. A avaliação dos autores mostrou que os resultados clínicos obtidos com a corticotomia nesse paciente foi semelhante aos da ortodontia convencional, com a diferença que este caso de corticotomia foi concluído quatro vezes mais rápido. Os autores, estavam convencidos de que a corticotomia iniciou a resposta do Fenómeno Aceleratório Regional, (RAP), e de acordo com os autores a medida que o tecido ósseo, tenta reparar as áreas decorticadas, há um aumento acentuado do *turnover* ósseo devido à ativação de novo osso remodelado, esta condição, portanto, favorece e facilita o movimento dentário

A técnica descrita por esses autores foi inicialmente nomeada como “Ortodontia Osteogénica Acelerada” (*Accelerated Osteogenic Orthodontics* - AOO) e, posteriormente reconhecida como “Ortodontia Osteogénica Acelerada Periodontalmente” (*Periodontally Accelerated Osteogenic Orthodontics* - PAOO), ou Wilckodontics^R. Essa técnica combina corticotomias alveolares seletivas, onde os cortes na cortical óssea são realizadas tanto na superfície vestibular quanto na lingual, em uma ou em ambas as arcadas dentárias, seguidas pela colocação de enxerto de osso liofilizado antes do reposicionamento do retalho gengival e posterior sutura.

V.2. Corticotomia Alveolar

Ao serem reintroduzidas no final do século passado, as Corticotomias Alveolares (CAs) geraram muita expectativa por causa das condições clínicas favoráveis de aceleração do tratamento ortodôntico e também muitas controvérsias (Wang, 2009) e passaram, novamente, a potencializar o aceleração do tratamento ortodôntico (Wilcko, 2001; Oliveira et al 2007 e Kim et al 2009, Amit et al 2012, Al-Naoum et al 2014, Almpiani, e Kantarci 2016).

São técnicas cirúrgicas e ortodônticas, que produzem efeitos semelhantes aos processos de inflamação observados na doença periodontal, essa lesão tecidular que foi realizada por meio de ferimentos cirúrgicos tem provado causar o RAP, através da diminuição da densidade óssea e aumento da renovação óssea.

Köle (1959), foi talvez o primeiro a utilizar essa abordagem no tratamento ortodôntico realizando corticotomias interdentais para reposicionar os dentes acreditando que a cortical alveolar densa causa a maior resistência aos movimentos dentários ortodônticos, desde então, algumas outras abordagens de tratamentos ortodônticos facilitados cirurgicamente, foram idealizadas, além da técnica de bloco ósseo (*bony block*) de Köle (1959), também temos a Distração Osteogénica, Piezocisão e Ortodontia Osteogénica Acelerada Periodontalmente (PAOO).

Wilcko et al. (2009) fizeram a instalação dos aparelhos ortodônticos fixos uma semana antes da cirurgia de corticotomia, e esta técnica cirúrgica foi realizada ao redor dos dentes onde se desejava o estímulo de regeneração óssea, são apresentados dois relatos de casos que demonstram o uso da técnica de Ortodontia Osteogénica Acelerada (AOO) para o tratamento de apinhamento e fechamento de espaço para a correção de más oclusões, os autores concluem que a técnica ortodôntica osteogénica acelerada proporciona eficiência e estabilidade ao movimento dentário ortodôntico. Frequentemente, os dentes podem ser movimentados em um terço a um quarto do tempo necessário se comparados ao tratamento ortodôntico convencional e consideram que essa técnica é um tratamento fisiológico, consistente porque o Fenómeno Aceleratório Regional mantém o suprimento sanguíneo adequado essencial à saúde periodontal, os autores também descrevem que as CAs podem ser combinadas com a colocação de enxerto de osso liofilizado antes do reposicionamento e da sutura do retalho gengival, com o objetivo de aumentar o volume alveolar a fim de que mesmo em expansões severas, tentar manter as raízes com suporte ósseo e evitar fenestrações e deiscências ósseas.

Para Oliveira, et al (2010) a justificativa de aceleração do tratamento ortodôntico não é o motivo suficientemente forte para sobrepor aos riscos e a invasividade do procedimento, o que vai de encontro aos estudos de Wilcko et al (2001) e Wilcko et al (2009).

Wilcko *et al.* (2001) e Oliveira et al (2010), relataram a redução do tempo de tratamento ortodôntico em cerca de até 1/2 a 1/3 do tempo necessário requerido quando comparado ao tratamento ortodôntico convencional, pois tratamentos que o tempo médio seria de 31 meses foram reduzidos a apenas 16 meses.

Oliveira, et al (2010) advertem que antes de se pensar em estimular o osso alveolar

com as CAs, faz-se necessário definir as forças que serão utilizadas e consequentemente como controlar as forças reacionais indesejadas e os efeitos colaterais da mecânica ortodôntica, quais os dispositivos de ancoragem (em CAs mais extensas), a fim de se alcançar a melhor eficiência no tratamento ortodôntico, o interesse pelo uso das corticotomias alveolares como tratamento complementar ao tratamento ortodôntico tem se tornado mais embasado em evidências científicas, o estímulo biológico produzido pelas corticotomias produz efeitos na estrutura do osso trabecular, o que proporciona eventos favoráveis para que certas movimentações ortodônticas sejam potencializadas. Apesar de serem indicadas inicialmente para acelerar o tempo de tratamento ortodôntico, os autores afirmam que as CAs são geralmente indicadas nos casos onde dispositivos de ancoragem esquelética não podem ser utilizados, ou até mesmo em associação a eles.

Em seus trabalhos Wilcko et al. (2001) e Wilcko et al. (2009) observaram que a aceleração do tratamento ortodôntico seria pelo aumento do metabolismo ósseo com diminuição da densidade óssea provocada pelo trauma cirúrgico e não pela facilidade de movimentação dos blocos ósseos, também, Oliveira et al (2010) relatam os trabalhos de Lee et al (2008) e Sebaoun et al (2008) os quais apoiam esta teoria mostrando com evidências histológicas, a potencialização do movimento dentário ser devido a este fenômeno de desmineralização e remineralização observado no *turnover* ósseo de forma transitória e localizada.

O RAP é induzido pela corticotomia e aumenta a percentagem de MDO, depois confirmado em estudo realizado por Cho et al (2007) em cães beagle, neste estudo, a quantidade total de movimento dentário pela ativação cortical foi de aproximadamente quatro vezes mais que o movimento dentário sem ativação da cortical da maxila e aproximadamente duas vezes na mandíbula. Esses resultados mostraram que a ativação pode acelerar a velocidade do movimento dentário, sendo que os achados destes autores são semelhantes a outros trabalhos de outros pesquisadores, Sanjideh et al (2010), em trabalho experimental em cães foxhound, relataram um máximo de velocidade do MDO depois de 22 dias após a cirurgia, mas encontrou que o MDO foi ainda mais aumentado após um segundo procedimento quando comparado com o outro lado da boca, onde apenas o procedimento inicial foi realizado.

Na revisão sistemática realizada por Hassan et al (2015), concluiu-se que a CAs são abordagens seguras e eficazes para o MDO acelerado, aumentando o fechamento de espaços e resolvendo o apinhamento dos incisivos em uma velocidade de duas vezes e meia

mais rápida que o tratamento ortodôntico convencional, no entanto, a maioria dos estudos realizados em humanos necessitam mais testes de controlo randomizados.

V.3. Conceito de Bloco Ósseo

Como mencionado anteriormente, Köle (1959), observou o aumento da velocidade do MDO, após a realização de osteotomias no osso cortical ao redor dos dentes, o autor fez osteotomias acima dos ápices dentários desde a região vestibular até a cortical do palato duro e verticalmente apenas através do osso cortical vestibular e palatino entre cada dente, criando um bloco de osso medular contendo os elementos dentários, Köle acreditou que o aumento da velocidade do MDO devia-se a diminuição da resistência ao remover o osso cortical denso. Figura 13.

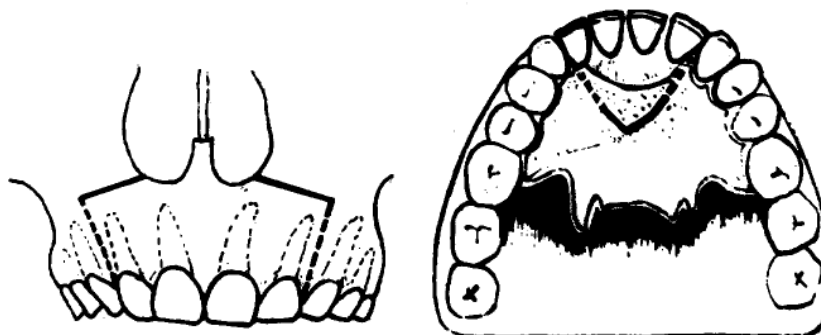


Figura 13. Esboço da técnica cirúrgica para avançar os dentes superiores. A linha tracejada representa a corticotomia interdentual a linha desenhada indica a osteotomia. (Adaptado de Köle, 1959).

Posteriormente Wilcko et al (2001), retomaram os trabalhos de Köle, propondo que o aumento do MDO foi realmente um resultado da cascata inflamatória que ocorreu após o retalho gengival e osteotomias.

V.4. Distração Osteogénica

Com os resultados obtidos por Ilizarov (1988), em trabalhos experimentais em animais e pacientes, um grande número de clínicos começaram a aplicar este protocolo principalmente para o tratamento de alongamento de membros inferiores, a transferência das técnicas de distração osteogénica da ortopedia para a medicina dentária não foi uma tarefa fácil, uma vez que a forma, tamanho, localização e função dos ossos é bem diferente, a distração osteogénica no esqueleto facial, foi proposta inicialmente por Snyder et al (1973), com um trabalho experimental em mandíbulas de cães, sendo o primeiro autor a utilizar a distração osteogénica na área maxilo-facial, Neste estudo, os autores relatam a utilização da técnica para a reparação de um defeito ósseo criado na

mandíbula de cães, onde os autores ressecaram 15 mm de mandíbula canina, criando uma mordida cruzada significativa. Após 10 semanas, a mandíbula encurtada foi osteotomizada e um distrator externo foi fixado. Após um período de latência de 7 dias, teve início a distração do calo ósseo reparador com uma frequência de alongamento de 1 mm por dia durante 14 dias. Após esse período foi observado o restabelecimento da oclusão normal e após um período de consolidação de 6 semanas a cortical e a porção medular foram completamente reestruturadas na região.

A técnica de osteotomia associada à distração osteogénica tem como característica principal o osso cortical e medular ser dividido e um aparelho distrator ser instalado e fixado entre os segmentos do osso para movê-los para longe da osteotomia. Liou e Huang (1998), propuseram que a distração osteogénica poderia ser aplicada para aumentar o MDO, movendo os dentes através do osso recém-formado. O distrator ósseo foi instalado na maxila e mandíbula na região canina e os segmentos foram movidos a uma taxa de 0,5 a 1mm / dia, imediatamente após as extrações dos primeiros pré-molares, o trabalho apresentado pelos autores incluiu 26 caninos, que foram tracionados por distração osteogénica sem relatos de reabsorção radicular, defeitos ósseos periodontais ou perdas de ancoragem. Figuras 14 e 15.

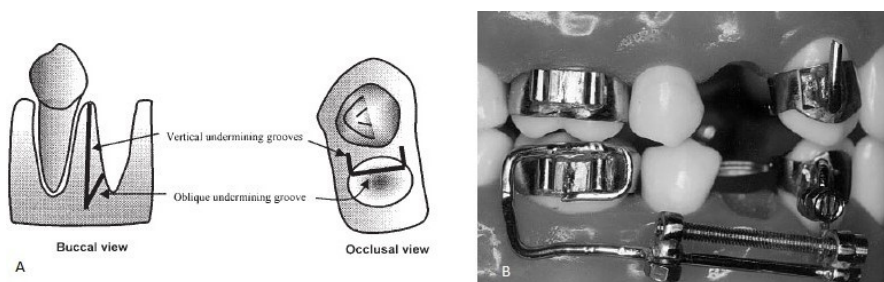


Figura 14. Técnicas cirúrgicas para enfraquecer o osso distal ao canino. Nenhum corte é realizado na vestibular e ou lingual, note a profundidade e a posição da corticotomia. B Distração canina é colocado perto do centro de resistência do canino para conseguir movimento de corpo. (Adaptado de Liou e Huang, 1998).

Isiri et al (2005), afirmam que por muitos anos se tentou corrigir as más oclusões, sem a necessidade de extrair dentes, para tentar minimizar estes inconvenientes utilizaram dispositivos como ancoragem extra-oral e intra-oral, e como a distalização de caninos em tratamentos ortodônticos convencionais demora cerca de 6 a 8 meses, para tentar solucionar este problema, foi idealizado a distração osteogénica alveolar, com o objetivo de encurtar o

tempo de tratamento para um período de 8 a 14 dias, esta técnica pode ser usada em pacientes com anormalidades esqueléticas, assimetria maxilares e hipoplasia.

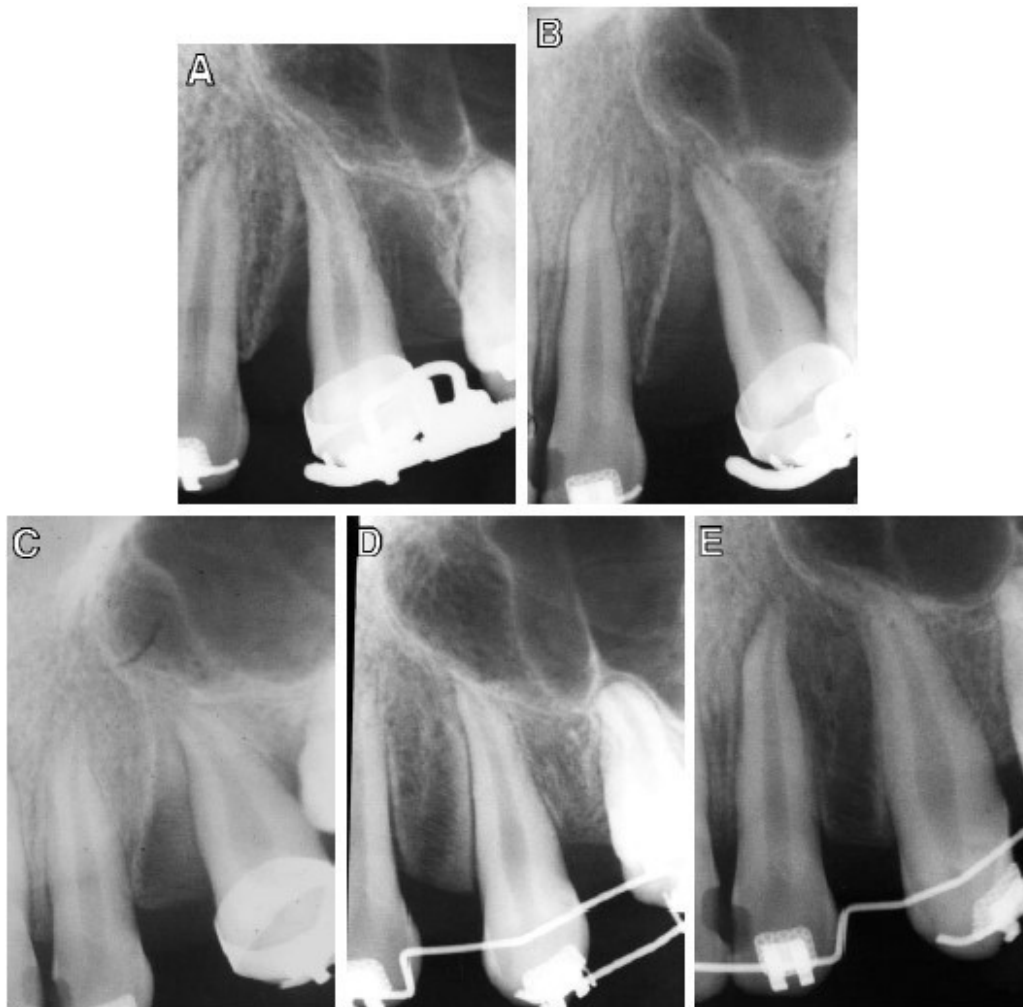


Figura 15. Estadiamento das alterações radiográficas do ligamento periodontal durante e após a distração do canino. A, Estágio 1, alongamento do ligamento periodontal. B, estágio 2, crescimento ósseo ativo. C, estágio 3, recuperação do ligamento periodontal pós distrator. D, Estágio 4, remodelação do osso. E, Estágio 5, maturação. (Adaptado de Liou e Huang, 1998).

Vários estudos de osteotomia para distração osteogénica, confirmaram o uso de distratores para acelerar o MDO. (Kharkhar et al 2010, Bertossi et al 2011, Kateel et al 2016), observaram retração completa do canino entre 11, 12 dias e 20 dias.

V.5. Piezocisão

Em comparação com as técnicas de corticotomias, a piezocisão não requer uma incisão com retalhos da mucosa gengival, Vercellotti e Podesta (2007), observaram uma redução de 65% no tempo de tratamento usando uma serra piezoelétrica, após fazer um

retalho de gengiva durante estudo de corticotomia, Sebaoun et al (2011), fez micro-incisões no córtex alveolar através de túneis gengivais, e concluíram que as vibrações do aparelho piezoelétrico ajudam a aumentar a velocidade do MDO, associado ao ferimento cirúrgico do osso. Figura No.16 e 17.

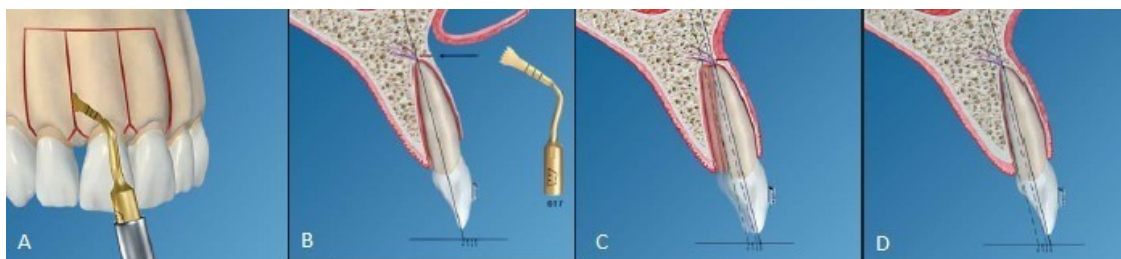


Figura 16. A Piezocisão é realizada ao redor de cada raiz. B A corticotomia horizontal (seta). C Corticotomia vestibular e deslocamento com alongamento periodontal palatino. D Após reparação óssea, não há perda da crista óssea alveolar e aumento do osso palatino. (Adaptado de Vercellotti e Podesta, 2007).



Figura 17. A Classe I, com diastema em maxila a direita. B Relação molar Classe I e canino Classe II no lado esquerdo da maxila, ausência de lateral e diastema. C Corticotomia em Y para preservar a crista óssea alveolar, D Espaço edêntulo, com insuficiente largura para implante, feito osteotomia horizontal para expansão da crista alveolar. E A ponta OT4 é usada para preparação de alvéolo ósseo para implante. F Implante de 4 mm é colocado na crista expandida. G Pós operatório. H Dia 0, após colocação de aparelho ortodôntico. I Dia 63, Após término do tratamento. Provisório instalado no implante do canino esquerdo. (Adaptado de Vercellotti e Podesta, 2007).

Kim et al (2013), em trabalho experimental em cães utilizando piezo eletropuntura observaram um aumento de três vezes no MDO da maxila e um aumento de duas vezes no MDO na mandíbula após o uso de piezo eletropuntura quando comparado ao grupo controle, Dibart et al (2014) em trabalhos experimentais em ratos ao fazerem micro incisões na mucosa gengival ao nível do primeiro molar em mesial e distal, dividiram o trabalho em quatro grupos: grupo controle, grupo de movimento ortodôntico apenas, grupo de piezocisão unicamente e o grupo de piezocisão associado a movimentação ortodôntica, após cortes histológicos das maxilas dos dias 1, 3, 7, 14, 28 e 56, observaram que o grupo submetido a corticotomia com piezoelétrico e movimento dentário sofreu alta atividade de desmineralização e remineralização óssea durante o movimento dentário, indicando a existência do RAP, entretanto Yi et al (2017), realizaram uma revisão sistemática onde encontraram somente treze trabalhos apropriados e dos quais apenas quatro estudos preencheram o objetivo de análise das pesquisas onde os trabalhos analisados encontraram evidências fracas de que a piezocisão é um método seguro e eficaz para acelerar o MDO, no entanto, eles concluíram que mais estudos de qualidade são necessários.

V.6. Ortodontia Osteogénica Acelerada Periodontalmente (PAOO)

Idealizado pela primeira vez por Wilkco et al (2001), afirmam reduzir o tempo de tratamento ortodôntico aumentando a remodelação óssea e acelerando o MDO, os autores observaram que a decorticação combinada com uma enxertia por aposição criava maior volume alveolar, o que, na maioria dos casos, eliminava as deiscências e fenestrações ósseas e provavelmente aumentava a estabilidade do resultado do tratamento ortodôntico. Figura 18.



Figura 18. A Corticotomia vestibular com cortes e perfurações na maxila quadrante esquerdo. B. Enxerto cobre a decorticação da maxila do quadrante esquerdo. C Reoperada 8,5 meses após a retirada do aparelho ortodôntico. D. Remoção do enxerto que não foi incorporado ao osso. (Adaptado de Wilcko et al, 2001).

Mathews e Kokich (2013), argumentaram que a elevação periosteal durante o retalho gengival aumentava a inflamação e, portanto, aumentava o RAP quando comparada aos procedimentos sem retalho.

V.7. Micro-Osteo Perfuração (MOP)

No tratamento de micro-osteoperfuração (MOP), nenhum retalho gengival é necessário, pode-se dizer que é uma cirurgia minimamente invasiva, onde pequenas perfurações de 3 a 7 mm de profundidade são realizadas com um aparelho idealizado com este fim, são feitas as perfurações no osso cortical através da gengiva. A teoria dos MOPs é muito semelhante à da CAs; no entanto, não requer a realização de um retalho mucoso invasivo, Teixeira et al (2010), ao estudar os efeitos do MOP, em estudos laboratoriais em ratos encontraram que após 28 dias, nos animais com perfurações ósseas, houve um aumento das citocinas e atividade osteoclásticas e remodelação óssea, acompanhados por osteoporosidade generalizada e incremento da percentagem do movimento dentário, Figura 19.

No entanto, vários estudos em humanos têm resultados conflitantes, por exemplo no estudo de Alikhani et al (2013), o fechamento do espaço foi medido 28 dias após as MOPs, os autores concluem que as MOPs incrementam significativamente a velocidade do MDO, com a grande vantagem de que os pacientes não reportam significativa dor e ou desconforto pós-operatório, sendo que seria um método seguro para acelerar e reduzir significativamente o tempo de tratamento ortodôntico. Figura .20. No entanto Prasad e Ravindran (2014), fazem críticas ao trabalho de Alikhani et al (2013), pondo em dúvida o

processo biológico da retração e a movimentação ortodôntica, alegando que seria um processo natural.

O MOP seria um método ideal e consistente, indolor e de fácil execução, portanto, as MOPs parecem ser uma alternativa ideal para acelerar o MDO em comparação com algumas das técnicas mais invasivas, como distrações alveolares e PAOO. (Alikhani et al 2013).

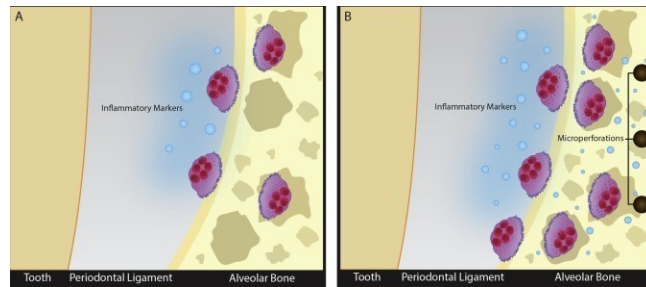


Figura 19. Representação esquemática do efeito de MOPs na osteoclastogênese: A expressão de inflamação formação de marcadores e osteoclastos em resposta a forças ortodônticas; B, MOPs aumentam os níveis de marcadores inflamatórios, como CCL-2, CCL-3, CCL-5, IL-8, IL-1, TNF-a e IL-6. (Adaptado de Alikhani et al, 2013).

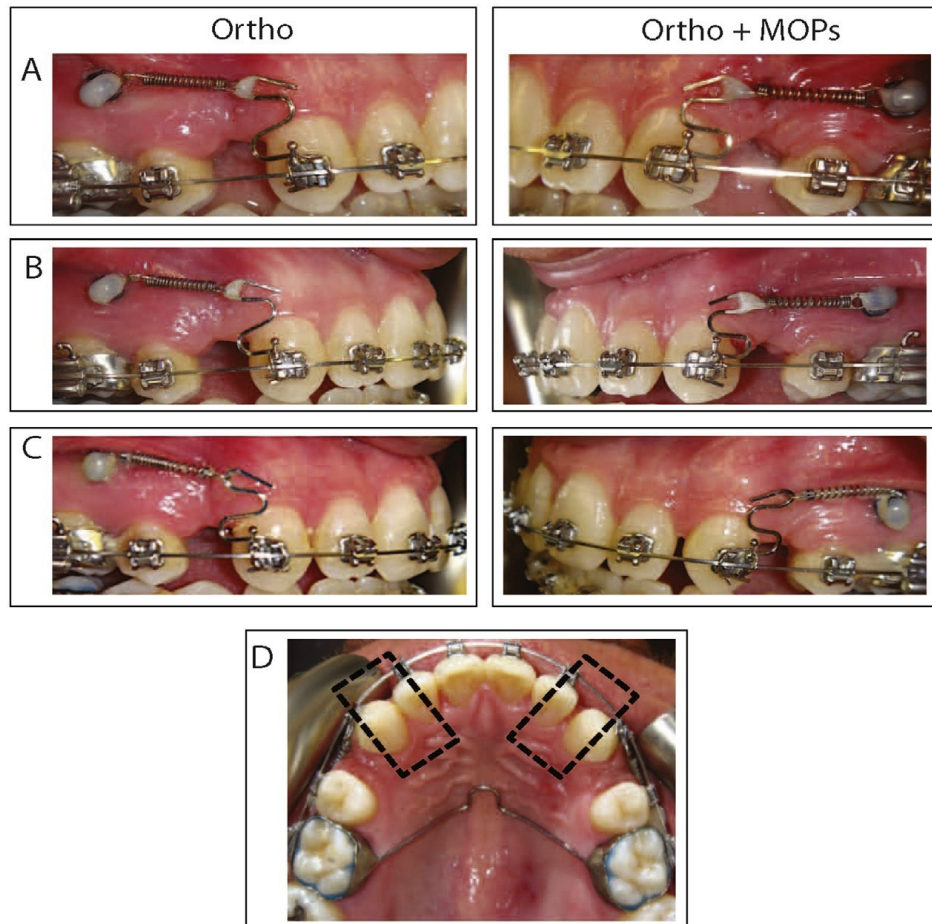


Figura 20. Efeito dos MOPs na retração canina. A, visão intraoral, alguns minutos após a aplicação dos MOPs e iniciando a retração canina (fotografia direita) o lado contralateral exposto à mesma força, mas não recebe nenhum MOP (fotografia esquerda). B, vista intraoral, 24 horas após a aplicação dos MOPs., estão completamente cicatrizados (direita) indistinguíveis do lado contralateral (esquerdo), C, Vista intraoral aos 28 dias após a aplicação da força ortodôntica. Retração canina no lado que os MOPs foram aplicados são maiores que os do lado contralateral esquerdo). D, vista oclusal em 28 dias após o início da retração canina. O lado direito, que recebeu MOPs, mostra retração significativa comparado com o lado esquerdo, que não recebeu MOPs. (Adaptado de Alikhani et al, 2013).

Pedraza et al (2018), em trabalhos experimentais em ratos, ao fazerem as micro perfurações ósseas concluem que no grupo que foram feitos as microperfurações quando comparados ao grupo controle, observa-se um número maior de osteoclastos no grupo experimental, os autores concluíram que as perfurações alveolares corticais sem retalho levaram a uma atividade osteoclástica mais intensa no décimo quarto dia; entretanto nenhuma evidência de movimento dentário acelerado pode ser notada.

V.8. Discisão

Buyuk et al (2018), apresenta um caso clínico único com apinhamento dentário moderado, onde foi realizado sob anestesia local, sem retalho gengival, incisões paralelas

interradiculares com uma serra circular, obtendo posteriormente em 4 meses de tratamento a conclusão do tratamento ortodôntico, esta técnica foi desenvolvida como uma alternativa a piezocisão, com resultados muito similares, e recebeu esse nome por que as corticotomias são realizadas com um disco de serra circular. Figura 21.



Figura 21. A Corticotomia com disco circular na região de maxila e mandíbula B, Disco circular dentado. (Adaptado de Buyuk et al 2018).

VI. Abordagens não-Cirúrgicas da Movimentação Ortodôntica Acelerada

O tratamento ortodôntico está embasado na premissa de que quando uma força é aplicada a um dente, os tecidos adjacentes reagem com respostas celulares e mediadores químicos, os quais permitem alterações estruturais para que ocorra o MDO através da remodelação óssea, estes processos podem ser induzidos por medicamentos e fatores sistêmicos. (Diravidamani et al 2012).

VI.1. Medicamentos

Foram objetos de estudos na última década a ação de medicamentos em relação ao seu efeito sobre o MDO. Talvez o achado mais significativo seja o efeito inibitório dos bifosfonatos nos osteoclastos e seu efeito duradouro no metabolismo ósseo retardando o MDO, nessa mesma revisão sistemática da literatura, Bartzela et al (2009), ao referir os efeitos de medicamentos e suplementos dietéticos sobre a percentagem de movimentação dentária e ao revisar quarenta e nove artigos que foram incluídos na revisão, a administração de eicosanóides resultaram em aumento do movimento dentário, enquanto os anti-inflamatórios não-esteroidais diminuíram o movimento dentário, mas os analgésicos, como o paracetamol (acetaminofeno), não tiveram efeito, os hormônios corticosteróides, paratireóide e tiroxina têm sido mostrados que aumentam o movimento dos dentes, os estrogênios provavelmente reduzem o movimento dentário, embora nenhuma evidência direta esteja disponível, a vitamina D3 estimula o movimento dentário, e o cálcio pareceu reduzi-lo, os bifosfonatos tiveram um forte efeito inibitório, as autoras concluem que os medicamentos podem ter uma influência importante na percentagem de movimentação dentária (Bartzela et. al. 2009).

VI.2. Estímulo Vibratório

Os créditos das primeiras tentativas para acelerar a movimentação dentária por Estímulo Vibratório segundo (Nishimura et al 2008) se devem a Krishtab et al. (1986) e Ohmae et al (2001), o qual aumentou com sucesso a percentagem de movimentação dentária com vibração ultra-sônica. No entanto, considerando os efeitos prejudiciais que a vibração ultra-sônica pode causar na polpa dentária, Nishimura et al. (2008) desenvolveu um sistema imposto por vibração através do qual um estímulo vibratório ($61,02 \pm 8,375\text{Hz}$) pode ser adicionado a uma força expansiva aplicado em molares superiores de ratos wistar machos.

Os autores observaram um aumento significativo na percentagem de movimento dentário com ressonância vibratória, e um maior número de osteoclastos em comparação com o grupo de controlo, proporcionando assim uma base sólida à eficácia da estimulação vibracional. Exames de imunohistoquímica revelaram um aumento da expressão de RANKL no grupo submetido a ressonância vibratória, indicando um aumento na formação de osteoclastos, função e sobrevivência. A reabsorção radicular no grupo experimental não foi significativamente maior em comparação ao grupo controlo. Suamphan (2010) avaliou o efeito da vibração mecânica vibratória da escova de dente elétrica na movimentação dentária em humanos. O autor relata que a aceleração observada na movimentação dentária pode ser devido ao aumento da reação inflamatória evidenciada pela elevação estatisticamente significativa nos níveis de IL-1 beta. Entretanto, resultados contraditórios foram relatados por Miles et al. (2012) no qual utiliza uma amostra de 40 pacientes que foram instruídos a usar um aparelho vibratório por no mínimo 20 minutos por dia como coadjuvante ao tratamento com aparatologia fixa. Durante as 10 semanas de estudo, eles registraram uma redução de 65% no apinhamento no grupo experimental, enquanto no grupo controlo foi de 69%, questionando a eficácia do aparelho. Um resultado concordante foi relatado por Jing et al (2017), que não encontraram muitas evidências na efetividade do estímulo vibratório na aceleração do movimento dentário durante o tratamento ortodôntico e portanto os resultados ainda são inconclusivos.

VI.3. Laser Terapia de baixa intensidade (LTBI)

Os efeitos do LTBI no MDO foram observados pela primeira vez por Saito e Shimizu, (1997), quando aplicado na sutura maxilar média de ratos. Eles descobriram que o LTBI pode acelerar a remodelação óssea estimulando a síntese de colagénio e que a aplicação da LTBI pode ajudar na estabilidade do tratamento ortodôntico. Cruz et al (2004), em um estudo de LTBI por segmentos dos maxilares descobriu que o lado experimental teve um aumento de 30% da velocidade do MDO, Doshi-Mehta e Bhad-Patil, (2012), encontraram resultados semelhantes com o estudo de retração de caninos, Yassaei et al (2013), concluíram que o LTBI aumenta o RANK-L e o fator estimulador de colónia de macrófagos (M-CSF), que por sua vez aumenta a osteoclastogénese e aceleram o MDO.

VII. Aplicações Clínicas das Corticotomias

VII.1. Aceleração do Tratamento Ortodôntico

O RAP induzido pelas corticotomias alveolares irá permitir, através dos mecanismos biológicos já estudados, movimentar os dentes mais rapidamente e reduzir o tempo de tratamento ortodôntico em até três a quatro vezes, porém, temos que considerar que o RAP é um fenômeno transitório e reversível que permite obter um espaço de tempo específico para realizar as ativações ortodônticas, Sebaoun et al., (2008), em trabalho experimental, observaram que existe na superfície óssea do osso esponjoso atividade osteoclástica e anabólica, que induzem a um aumento significativo da atividade óssea no local da cirurgia, concluindo que a corticotomia alveolar seletiva, incrementa essa atividade localizada de remineralização/desmineralização, seguida do movimento dentário acelerado, indicando que, as corticotomias devem ser feitas apenas perto dos dentes que devem ser movimentados e por outro lado a ação do RAP é transitória e seus efeitos não durarão todo o tempo do tratamento ortodôntico.

Sanjideh et al., (2010), em trabalhos experimentais em cães, concluíram que o RAP parece apresentar um pico entre um e dois meses após a cirurgia e que após essa fase o movimento do dente vai tornar-se um pouco mais lento por causa dos processos de reparação óssea, e para aproveitar essa “janela” é necessário ativar o aparelho ortodôntico a cada 15 dias durante os primeiros dois meses, a fim de obter-se o melhor benefício possível das corticotomias, os autores sugerem que o estímulo do RAP dura aproximadamente 56 dias e pode ser estendido com outra cirurgia após 28 dias da primeira a fim de aumentar o período do RAP, porém, parece que os resultados dessa segunda cirurgia não parece justificar o segundo procedimento.

Mathews e Kokich (2013), alegam que as corticotomias não tem efeito após os três ou quatro meses de pós-operatório, de acordo a trabalhos experimentais e achados clínicos, os autores afirmam que efetivamente as corticotomias aceleram o tratamento ortodôntico, porém, não está esclarecido como se produz essa aceleração, já que parece estar embasado no RAP, esse fenômeno não explica o que acontece com o ligamento periodontal, e lembram que o dente não se movimenta no osso e sim no alvéolo, tendo o ligamento periodontal papel muito importante no MDO e que pelo trauma cirúrgico os dentes podem sofrer o fenômeno de hialinização e para retornar a movimentação ortodôntica acelerada deve-se aguardar pelo menos 4 semanas, que é tempo insuficiente para a movimentação após a corticotomia,

também a respeito do tempo e duração do RAP, este foi considerado e pode persistir até por 4 meses, depois deste tempo a movimentação ortodôntica volta a movimentação padrão esperada iguais a métodos convencionais de tratamento, igualmente os autores criticam os custos do procedimento cirúrgico.

VII.2. Aumento de Volume dos Processos Alveolares e Movimentação Ortodôntica.

A experiência clínica demonstrou que o limite dos movimentos de extrusão, intrusão, parecem pelo menos duplicar a complexidade da mecânica do tratamento em comparação com o obtido com o tratamento ortodôntico convencional, Sebaoun et al, (2007) em achados clínicos relata que há uma facilitação dos movimentos ortodônticos aquando induzido por corticotomias e especialmente quando há aumento no volume ósseo fornecido pelos enxertos associado à técnica PAOO.

Essas possibilidades de técnicas cirúrgicas aumentam as opções de tratamento das más oclusões e oferecem soluções cirúrgicas menos invasivas aquando comparadas por exemplo a uma cirurgia ortognática, os casos ortodônticos complexos, como apinhamentos dentários moderados e severos onde existe a possibilidade de serem tratados sem extrações dentárias, casos limítrofes podem também ser tratados ortodônticamente com corticotomias alveolares associadas a enxertos ósseos, e apenas casos clínicos com discrepância de bases ósseas seriam reservados para cirurgia ortognática por necessidades de maiores movimentações (AlGhamdi 2010, Amit et al 2012).

VII.3. Risco de Reabsorções Radiculares

Há poucos estudos que relatem aumento na reabsorção radicular durante o tratamento ortodôntico associado as corticotomias, pois de fato, pressões menos significativas são aplicadas nos dentes e por um período mais curto, além disso, existe uma diminuição na hialinização do ligamento periodontal uma vez que este fenómeno pode ser um precursor da reabsorção radicular. Iino et al., (2007), em estudos feitos em cães, encontraram que existe o fenómeno de hialinização nos primeiros estágios após a corticotomia, tanto no lado experimental como no lado controlo, porém, no lado experimental observou-se a hialinização durante a primeira semana, ao passo que no lado controlo a hialinização foi observada nas quatro primeiras semanas, os autores concluíram que mais estudos a longo prazo são necessários e que as corticotomias parecem tornar

possíveis obter movimentos dentários mais fisiológicos limitando a hialinização e o risco de reabsorção radicular.

VII.4. Estabilidade dos Resultados

Pacientes com pouca espessura óssea cortical apresentaram maior risco de recidiva, sendo que a partir dessa observação, Sebaoun et al (2007) e Wilcko e Wilcko (2013), explicam que o enxerto ósseo associado à técnica de decorticação permitiria uma melhor estabilidade dos resultados, aumentando a espessura do osso cortical.

Thierry e Charrier (2008), afirmam que seria o potencial osteogénico das corticotomias que promoveriam a estabilidade do tratamento com produção óssea autógena, considerando que após as corticotomias, o osso cortical é parcialmente desmineralizado e posteriormente remineralizado durante o período de contenção.

No entanto, Wilcko e Wilcko (2013), afirmaram que uma técnica cirúrgica de corticotomia mal-executada criaria um RAP débil, prejudicando dessa forma a qualidade da remineralização do osso em adultos, o que poderia significar a diminuição da qualidade do suporte ósseo.

O aumento da estabilidade da movimentação dentária ortodôntica foi questionado por Binderman et al (2010), com relação a posição de memória das fibras dento-gengivais e periodontais onde por mera secção dessas fibras, já seria suficiente para que o RAP ocorresse, não sendo necessário realizar o retalho gengival e a corticotomia, os autores afirmam que existe uma interconectividade da matriz estrutural celular e fibrosa colocada em ação durante o desenvolvimento e na erupção dos dentes, e que constitui a memória do ligamento periodontal, esses ligamentos interconectados exercerão forças tracionais durante um tratamento ortodôntico convencional e se essa ligação não é interrompida, as fibras do LPD ainda podem exercer essas forças de tração, conseguindo eventualmente um movimento de recidiva, porém ao fazer a fibrotomia das fibras dento-gengivais e interdentárias essas fibras perdem conectividade e a sua memória de posição após a reparação completa, e portanto, os dentes não retornariam a sua posição original, os autores afirmam que aquando um vetor de força é aplicado nos dentes, eles são capazes de movimentar-se dentro dos tecidos periodontais, incluindo osso alveolar e gengiva marginal, os autores concluem que esse movimento é acelerado por procedimentos que aumentam a remodelação do osso alveolar, e dos tecidos fibrosos periodontais e gengivais e parece que o ritmo e atividade de remodelação óssea alveolar é muito maior do que o da gengiva marginal.

VIII. Considerações Clínicas das Indicações das Corticotomias Alveolares

O ortodontista, em consulta com o periodontista, e o cirurgião oral, devem ter em consideração alguns critérios de seleção:

- Estado físico e psicológico satisfatório do paciente, que não contra-indique um procedimento cirúrgico ambulatorial, com bom estado geral de saúde e sem doenças sistêmicas;
- Pelos frequentes controlos ortodônticos, será necessário garantir uma alta motivação pessoal e a boa cooperação do paciente;
- Com relação a idade cronológica e dentária do paciente, não há dados comprovados sobre a idade mínima para realizar as corticotomias. Segundo Sebaoun (2008), essa técnica é indicada a pacientes com dentição permanente que completaram o crescimento facial e alveolar, portanto as corticotomias podem ser indicadas a partir do final da adolescência, entre 16 e 18 anos, no entanto, Wilcko et al (2008), realizaram corticotomias em pacientes de 13 anos de idade e a longo prazo o acompanhamento mostrou que não existe nenhum efeito deletério sobre o crescimento do osso alveolar, os autores mostram ainda melhor remineralização óssea em adolescentes do que em adultos, como não existem estudos dos efeitos da corticotomia em pacientes em crescimento, é difícil definir um limite de idade para o tratamento, o que se pode dizer é que o limite depende do grau de maturidade psicológica e da idade cronológica (Wilcko et al 2008). Também as corticotomias não parecem impedir a evolução da dentição mista, Fischer (2007), trabalhou uma amostra de seis pacientes com uma faixa etária de 11,1 a 12,9 anos com caninos maxilares bilateralmente impactados por palatino, utilizou corticotomia como coadjuvante para tracionar os dentes, no final do tratamento não houve diferença na margem gengival e do osso alveolar em comparação com outros dentes que não precisaram de tração dentária;
- A saúde periodontal deve estar estável e não ter presença de bolsas periodontais, recomenda-se que o paciente tenha uma gengiva inserida com altura e espessura conveniente para evitar recessões após a realização do retalho gengival (Borzabadi-Farahani 2012);

- Exames de imagens como radiografias, fotografias e modelos dentários de estudo são necessários para completar a avaliação clínica, sendo estes convencionais e/ou digitais;
- O paciente é encaminhado para avaliação ao periodontologista, que eventualmente irá realizar tratamento necessário para eliminar algum foco inflamatório periodontal;
- O aparelho ortodôntico é montado pelo menos com uma semana de antecedência ao procedimento e o ortodontista vai definir junto ao cirurgião as linhas de corticotomias a realizar durante o procedimento;
- Caso seja considerado que o procedimento cirúrgico se estenda por um tempo muito prolongado ou seja mais de três ou quatro horas é recomendado a realização de sedação;
- O paciente é informado sobre a cirurgia, os riscos pré e pós-operatórios e o consentimento informado é assinado.

Para um resultado exitoso, é necessária coordenação entre o cirurgião e o ortodontista, o cirurgião deve avaliar a necessidade estética do paciente, avaliar a saúde periodontal, se o paciente apresenta recessão gengival na área onde a corticotomia é necessária, pois eventualmente necessitaria de um enxerto de tecido mole que pode ser colocado em conjunto com a cirurgia (Murphy et al 2009, AlGhamdi 2010).

Em alguns casos, um dispositivo de ancoragem pode ser colocado antes que o procedimento cirúrgico de corticotomia seja iniciado, isso pode ser visto nas má oclusões de classe II, que requer retração, onde ambos os arcos podem sofrer diferentes graus de movimentos, por exemplo, um leve apinhamento pode ocorrer no setor ântero-superior e a expansão rápida da maxila pode ser necessária, neste caso, a ortodontia acelerada com corticotomias pode ser realizada na maxila, enquanto que na mandíbula, os aparelhos ortodônticos são colocados para uma ortodontia convencional (Murphy et al 2009).

Segundo Murphy et al (2009), AlGhamdi (2010) a colocação dos braquetes e a colocação dos fios geralmente são feitos na semana anterior à cirurgia, e o início da ativação das forças ortodônticas devem ser iniciados no máximo duas semanas após a cirurgia, um atraso na ativação deixaria de aproveitar totalmente o período limitado em que o RAP está ocorrendo.

Controlos e ativações são feitos a cada duas semanas após a intervenção cirúrgica, (Wilcko et al 2009).

Importante salientar que o ortodontista tem um limite de tempo para acelerar o movimento ortodôntico, este período é geralmente de quatro a seis meses, após o qual o

MDO retorna à sua velocidade normal. Ao ter essa "janela" de limitação da movimentação rápida, o ortodontista precisará avançar o calibre dos fios rapidamente, iniciando o tratamento com o maior arco possível (Murphy et al 2009). Figuras Nos. 22 e 23.

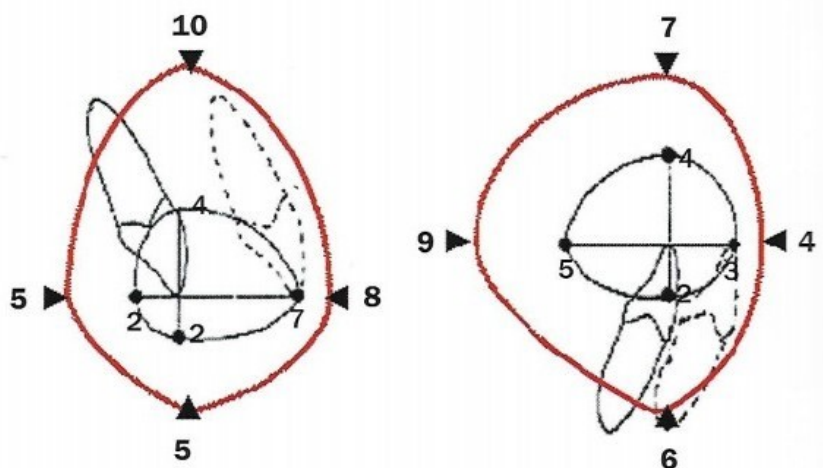


Figura 22. Limites sugeridos para o movimento ortodôntico nas posições estáveis comparando apenas ortodontia e esta combinada com decorticação alveolar seletiva. Os limites são de 2 a 3 vezes maiores para protração, extrusão e intrusão do incisivo central, mas não para retração do incisivo. (Adaptado de Bell e Guerrero, 2008).

TABELA 15-1 Limites⁺ do movimento dentário no adulto para os incisivos permanentes superiores e inferiores apenas com ortodontia (segundo Proffit), comparada com ortodontia após decorticação alveolar

	Incisivo superior		Incisivo inferior	
	Apenas ortodontia	Decorticação + ortodontia	Apenas ortodontia	Decorticação + ortodontia
Retração	7	8	3	4
Protração	2	5	5	9
Extrusão	4	10	2	6
Intrusão	2	5	4	7

⁺ Os limites aumentam 2 a 3 vezes em todos os planos do espaço, exceto para retração do incisivo.

Figura 23. Limites do movimento dentário ortodôntico em dentes permanentes superiores e inferiores apenas com ortodontia (segundo Proffit), comparada com ortodontia após decorticação alveolar. (Adaptado de Bell e Guerrero, 2008).

VIII.1. Técnica Cirúrgica (PAOO)

VIII.1.1. Anestesia

A cirurgia pode ser realizada sob anestesia geral ou local com sedação.

VIII.1.2. Elevação do retalho mucoperiostal

Em geral, dois retalhos de espessura total, vestibular e palatino/lingual, são feitos usando uma incisão sulcular.

Os objetivos de desenho do retalho segundo Murphy et al (2009), são:

VIII.1.2.1. permitir o acesso ao osso alveolar onde serão feitas as corticotomias,

VIII.1.2.2. proporcionar espaço suficiente para depois enxertar partículas de osso liofilizado,

VIII.1.2.3. , manter os tecidos gengivais reposicionados em altura e espaços interdentários e;

VIII.1.2.4. melhorar a aparência estética de volume e forma gengival, quando necessário.

O desenho do retalho é uma combinação de um retalho de espessura total na parte coronal com uma dissecação feita na porção apical. O objetivo da dissecação é a desinserção da mucosa para fornecer mobilidade ao retalho para que ele possa ser suturado sem muita tensão. Após essa dissecação, o tecido periostal é cuidadosamente levantado do osso, dando acesso à superfície óssea alveolar e facilitando a identificação de estruturas neuro vasculares importantes, as extensões de descarga mesial e distal do retalho devem ser estendidas além das áreas das corticotomias para reduzir a necessidade de incisão vertical, Wilcko et al (2009) e Murphy et al (2009), recomendam que as incisões verticais devem ser posicionadas além de pelo menos um dente de ativação óssea, especialmente se uma grande quantidade de enxerto ósseo for usada.

A preservação do tecido interdentário gengival é fundamental para o resultado estético. Numerosas técnicas de preservação da papila são usadas, se possível, a papila interdental dos incisivos centrais não deve ser levantada, e o acesso ao osso alveolar vestibular nesta área é conseguido através de uma tunelização de acesso distal. A mucosa gengival da margem cervical palatina ou lingual não deve se descolar do osso alveolar subjacente, pois fornece suprimento sanguíneo colateral para o tecido papilar, (Murphy et al 2009).

VIII.1.3. Decorticação

O objetivo da decorticação é iniciar o fenómeno do RAP, a corticotomia pode ser feita com brocas esféricas nº 1 ou 2 que podem ser usados em uma peça de mão ou peça de mão que se usa nos implantes dentários, as decorticações são feitas no osso alveolar. As

corticotomias também podem ser realizadas com um piezoelétrico, a profundidade vai depender da anatomia do lugar a ser perfurado que varia entre três, cinco a sete mm de espessura, a extensão da corticotomia, pode ser encontrada de três milímetros desde a margem da crista alveolar até aproximadamente a altura do ápice radicular dos dentes que estão planejados a se movimentar, os cortes ósseos penetram superficialmente no osso medular em sua profundidade, especial cuidado deve se observar para não danificar os tecidos periodontais, o feixe neuro vascular existente e não alterar a inserção dos músculos. (AlGhamdi 2010). Figura 24.

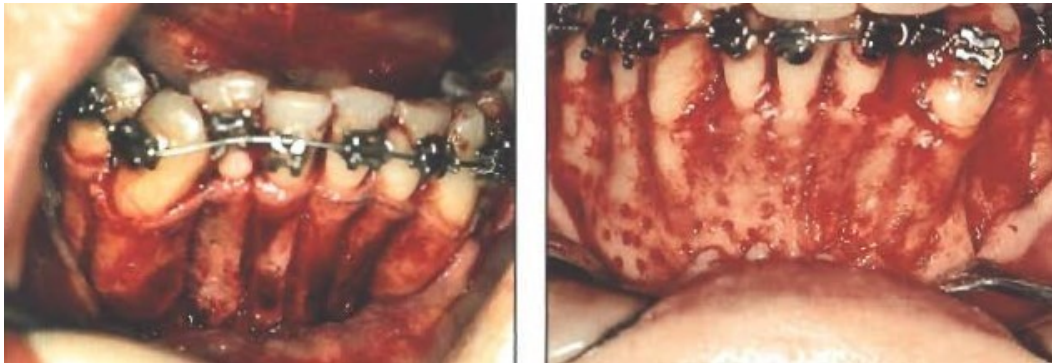


Figura 24. Exemplos de corticotomias. Fotografia da esquerda: Mostra os cortes feitos nos 6 dentes anteriores mandibulares. Fotografia da direita, mostra as perfurações e cortes que circundam as raízes dos dentes. (Adaptado de Wilcko et al, 2003).

O critério diagnóstico para a corticotomia se embasa na seleção das áreas mais espessas do osso cortical em vez de satisfazer qualquer padrão preconcebido, (Ferguson et al 2008).

Se o osso alveolar fosse muito espesso os autores recomendam fazer perfurações ou pontos sequenciais ao redor da raiz, mas se o osso é fino com menos de um ou dois milímetros de espessura, estas perfurações devem ser omitidas para garantir o cuidado da superfície da raiz (Murphy et al 2009). Figura 25.

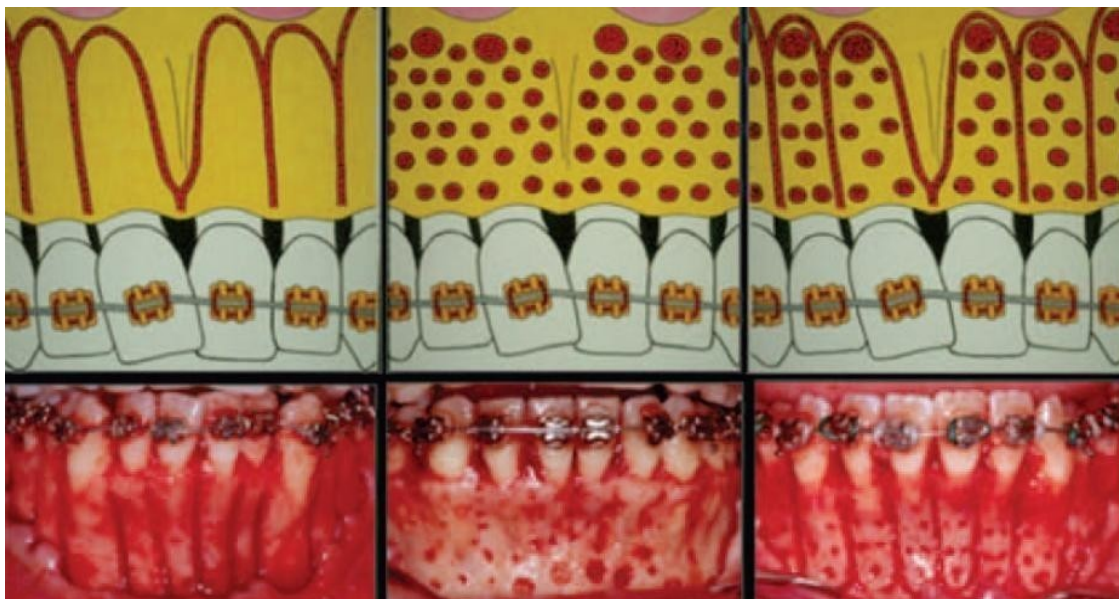


Figura 25. A técnica de decorticação alveolar se baseia na espessura do osso. Os cortes cirúrgicos dificilmente penetram o osso medular na área do dente que deve ser movida tanto lingualmente quanto vestibularmente. (Adaptado de Bell e Guerrero, 2008).

As porções mais espessas da cortical alveolar são selecionadas para proceder à decorticação para induzir sangramento para dar suprimento de sangue para o enxerto ósseo (AlGhamdi 2010)

É importante que a decorticação seja estendida somente aos dentes a serem movidos ortodônticamente.

VIII.1.4. Sutura do Retalho

O fechamento primário do retalho gengival é feito sem tensão excessiva, a sutura usualmente usada é não absorvível, os pontos da linha média são aproximados e colocados em primeiro lugar, para garantir o alinhamento correto da papila e as suturas restantes são colocadas depois, a sutura deve permanecer pelo menos de uma a duas semanas (Murphy et al 2009), que é tempo suficiente para permitir o epitélio se aderir, especialmente quando foi utilizada uma incisão sulcular, a remoção prematura dos pontos pode resultar no deslocamento do retalho, abrindo os espaços interproximais e produzindo recessões gengivais (Wilcko et al 2009).

VIII.1.5. Pós-operatório

As indicações pós-operatórias são as mesmas utilizados em cirurgias com curso normal, como o uso de corticoides por um curto período de tempo, pode ser administrada por via oral ou por via intravenosa, para o conforto do paciente. Antibióticos, antissépticos

bucais e medicação para a dor são também prescritos, AlGhamdi (2010), no entanto relata que a prescrição de Aines não é recomendada porque teoricamente pode interferir com o RAP, aplicação de blocos de gelo na área afetada frequentemente é indicado para diminuir o edema pós-operatório (Murphy et al 2009).

A complicação mais comum é o edema e equimose, dos quais os dois são auto limitantes, o paciente é monitorizado por 4 a 5 dias após a cirurgia para avaliar o ferimento cirúrgico, controlos são recomendados semanalmente durante o primeiro mês e a cada duas semanas pelo ortodontista para ativação do aparelho ortodôntico, o paciente deve ser constantemente monitorado e o periodontista tem um papel importante para avaliação da higiene bucal e garantir uma boa saúde periodontal (Murphy et al 2009 e AlGhamdi 2010).

VIII.2. Considerações do Aumento Alveolar

Fuhrmann (2002), demonstrou através de tomografia computadorizada de alta resolução, que após o tratamento de ortodontia convencional em adultos, deiscências ósseas foram encontradas ao redor das raízes, o autor observou que mesmo após 3 anos de contenção, observou-se deiscência óssea parcialmente reparada.

O'Hara (2005), ao comparar os tratamentos ortodônticos de más oclusões moderadas sem extrações dentárias não encontrou nenhuma diferença nos resultados de acordo com as variáveis dos alinhamentos dentários, com relação a estabilidade, não houve recidiva no grupo ortodôntico tratado com corticotomias, enquanto no grupo controlo houve recidiva. Rothe et al (2006), avaliando as recidivas de tratamento ortodôntico encontraram que os pacientes com a cortical mandibular mais fina tiveram um maior risco de ter recidiva, este é um dos fatores que indicam a necessidade de realizar corticotomias ortodônticas com enxerto ósseo para acelerar o tratamento.

Wilcko et al (2009), modificaram o tratamento ortodôntico facilitado por corticotomias, adicionando enxerto ósseo com o objetivo de aumentar a espessura alveolar e obter melhores resultados.

A inclusão de enxerto ósseo na primeira fase do movimento ortodôntico foi um novo conceito de corticotomias (Wilcko et al 2001, Wilcko et al 2003, Wilcko et al 2008, e Wilcko et al 2009), modificaram o tratamento ortodôntico facilitado por corticotomias, adicionando enxerto ósseo com o objetivo de aumentar a espessura alveolar e obter melhores resultados o que tornou possível proporcionar um aumento do volume para o osso alveolar ajudando a manter o dente na sua posição alinhada, no entanto, as técnicas de indução óssea para

acelerar o movimento não são novas, mas evoluíram ao longo das últimas quatro décadas. Figura 24.

Aumento em volume do processo alveolar por enxerto de osso cria muitas vantagens no tratamento ortodôntico porque as limitações do MDO, não serão apenas do volume e forma alveolar existente, mas agora pode ser pela remodelação do osso que expandido pode acomodar e alinhar os dentes nas suas novas posições e também modificar o aspecto esquelético alveolar, pois pode ser alcançada uma sutil mudança no perfil da face, além disso, a extensão das limitações do movimento, em alguns casos reduz a necessidade de extrações e talvez cirurgias ortognáticas (Chung et al 2009).

O aumento do volume alveolar proporciona amplo apoio às raízes, o que traz um impacto positivo no pós-tratamento com estabilidade, mesmo quando há um processo de osteopenia transitório, Wilcko et al (2008), demonstram que este aumento alveolar pode ajudar a corrigir defeitos ósseos, tais como deiscência, fenestração ou defeitos presuntivamente dento-alveolares resultantes da inclinação vestibular dos incisivos. Figuras 26 e 27.

Nos tratamentos ortodônticos acelerados com corticotomias e mesmo naqueles casos que apresentam defeitos ósseos pré-existentes esses são corrigidos com aumento do processo alveolar com enxerto ósseo (Wilcko et al 2001, Wilcko et al 2003, Wilcko et al 2009).

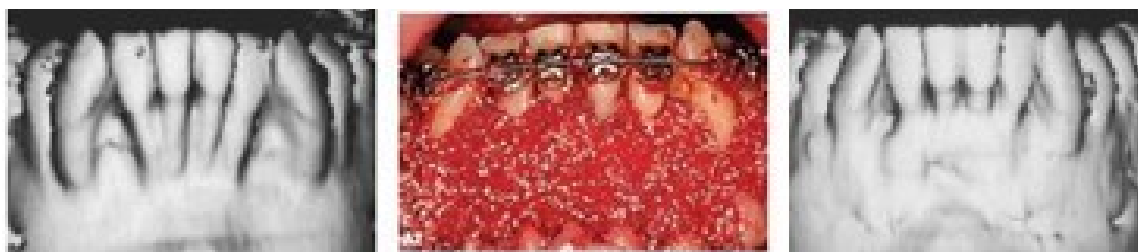


Figura 26. TC de paciente tratado com ortodontia acelerada com corticotomias e aumento do enxerto ósseo. A primeira TC mostra as proeminências das raízes, a figura seguinte mostra o aumento de enxerto de osso após corticotomias, é o último a TC de pós-operatório, onde o aumento de volume da cortical alveolar é mostrado. (Adaptado de Wilcko et al, 2008).

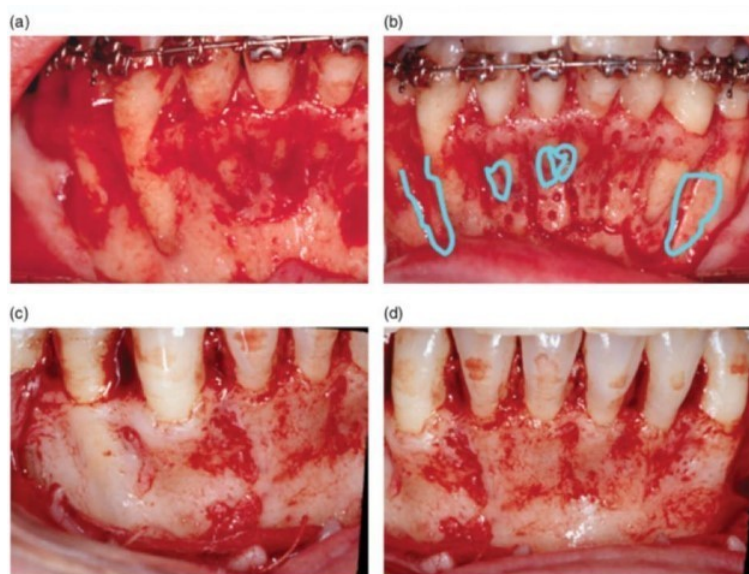


Figura 27. Reparo de deiscências e fenestrações com o aumento do enxerto ósseo. A Observa-se fenestrações e deiscência. B Decorticação seletiva C e D Ausência de deiscência e fenestrações após 8 anos. (Adaptado de Wilcko et al, 2008).

VIII.3 Indicações do Aumento Alveolar

Em geral, esta técnica pode ser usada na maioria dos casos, onde são indicados tratamentos de ortodontia convencional, os apinhamentos dentários com boas relações de bases ósseas e necessidade de retração dos incisivos são as principais indicações e se observa os melhores resultados (AlGhamdi 2010).

Características de pacientes que poderiam ser indicados esta técnica.

Os pacientes com má oclusão classe I e II de mediana complexidade e com diferentes graus de apinhamento (AlGhamdi 2010).

Esta técnica é adequada para pacientes com tempo de tratamento ortodôntico convencional maior de dois anos e não desejam tratamentos por longos períodos de tempo (Ferguson et al. 2008 e Wilcko et al 2008).

Pacientes com má oclusões, deficiência e deformidades dento faciais limítrofes e\ou não desejam tratamentos cirúrgicos, como cirurgia ortognática (Wilcko et al 2008).

Casos em que o deficit facial não é realmente um problema esquelético, mas há uma discrepância alveolar importante (Wilcko et al 2001).

Casos onde existem apinhamentos dentários e concomitantemente defeitos ósseos como deiscência ou fenestrações (Wilcko et al 2008).

Paciente que apresenta ao exame radiográfico, raízes curtas ou com reabsorção radicular significativa (Iino et al 2007).

Pacientes com mordida aberta (Chung et al 2009 e Akay et al 2009).

Facilitar a retração de um canino impactado para o tratamento ortodôntico (Fischer 2007).

Retrusão dos incisivos em uma má oclusão de Classe III discreta (Germeç et al 2006).

Pacientes com áreas edêntulas, e espaço protético que necessitam de distalização dos molares (Spena et al 2007).

Pacientes que requerem corticotomias para acelerar o tratamento ortodôntico rápido e poder fazer intrusão de molares (Moon 2007 e Oliveira et al 2008).

Também pode ser usado para acelerar o movimento dos dentes ou um segmento individual, tal como um canino ou um dente incisivo (AlGhamdi 2010).

Pacientes que apresentem biprotrusão (Iino et al 2007 e Lee et al 2007).

IX. Vantagens e Desvantagens

As corticotomias alveolares são realizadas em casos aquando se deseja acelerar o MDO, com nivelamento e alinhamento em casos de má oclusão classe I, e com apinhamentos leves, moderado a grave, alguns casos podem ser tratados com extrações dentárias, mas na maioria das vezes, aquando as corticotomias são estendidas aos segundos pré-molares pode-se obter uma importante expansão dos arcos maxilares.

Esta técnica diferente do tratamento convencional ortodôntico embasada pelo fenómeno do RAP e processos fisiológicos envolvidos nas corticotomias e ainda com o uso dos enxertos ósseos que aumenta espessura alveolar, demonstra-se segura, eficaz, apresenta resultados preditivos, redução do tempo de tratamento, e em casos bem escolhidos também pode diminuir as indicações de necessidade de cirurgia ortognática (AlGhamdi 2010).

IX.1. Vantagens

- Menor tempo de tratamento ortodôntico, pelo aumento da velocidade do movimento dentário ortodôntico, portanto menos tempo de tratamento, ao contrário dos tratamentos convencionais (Wilcko et al. 2001, 2003, 2008, 2011, Ferguson et al. 2007).

- Menor reabsorção radicular devido à diminuição da resistência do osso alveolar cortical. (Wilcko et al. 2001, 2003, 2008 e Iino et al 2007).

- Aumento do volume alveolar e melhora a saúde periodontal, já que é possível corrigir deiscências ou fenestrações ósseas pré-existentes. (Wilcko et al. 2001, 2003, 2008).

- Aumento da espessura do osso alveolar para uma melhora sutil do perfil do paciente quando indicado e pacientes limítrofes para serem submetidos a um tratamento mais complexo como a cirurgia ortognática (Wilcko et al 2008).

- Maior alcance do tratamento das más oclusões, onde se aumenta os limites do movimento dentário e uma menor necessidade de extrações dentárias (Ferguson et al 2008, Wilcko et al 2008).

- Diminuem a recidiva, com aumento da estabilidade dentária do tratamento ortodôntico em comparação com o tratamento convencional. (Suya, 1991, Wilcko et al., 2001, 2003, 2008; Fischer, 2007; Nowzari et al 2008).

- Retração de caninos e apinhamentos dentários moderados a severos são uma das principais indicações (Wilcko et al., 2001, 2003, 2008).

- Não há perda de sensibilidade ou vitalidade pulpar das peças tratadas com esta técnica. (Wilcko et al 2001 e Wang et al 2009).

- A técnica tem embasamentos científicos nas pesquisas ortodônticas e trabalhos clínicos e experimentais (Kole, 1959; Duker, 1975; Suya, 1991; Wilcko et al., 2001, 2003, 2008; 2011, Fischer, 2007; Nowzari et al 2008).

- O encurtamento do tratamento ortodôntico diminui a possibilidade de que a flora bacteriana periodontal não apresente mudanças citotóxicas (Wilcko et al. 2008, Wilcko et al. 2008).

IX.2. Desvantagens

- Aumento do custo do tratamento por causa do procedimento cirúrgico.
- Procedimento cirúrgico levemente invasivo, porém, como todas as cirurgias, tem seus riscos.

- Possibilidade de perda óssea da crista óssea alveolar e recessão gengival que eventualmente pode ocorrer.

- Alguma dor e inchaço são esperados e existe a possibilidade de infecção.

- Não aplicável a todos os casos, é necessário selecionar o caso corretamente para obter um bom resultado, como por exemplo os casos de pacientes que necessitam movimentação das bases apicais (Mathews e Kokich 2013).

X. Considerações Especiais e Limitações das Corticotomias Alveolares

A técnica das corticotomias alveolares com propósito de aceleração do tratamento ortodôntico é realizada com sucesso em adultos e adolescentes saudáveis e proporcionam um tratamento alternativo para pacientes adultos que requerem um tratamento acelerado, no entanto, algumas situações adversas podem ser potencialmente problemáticas, como:

- Pacientes que estiveram em tratamento com corticosteroides por tempo prolongado, podem levar a efeitos colaterais no osso, e por esse motivo não são bons candidatos para este tratamento (Ferguson et al. 2008);
- Pacientes que estão tomando qualquer medicação que faça a renovação óssea lenta. Por exemplo, os bifosfonatos, estes podem ter um tempo de meia-vida de mais de uma década, após o término da terapia, portanto, esses pacientes não são candidatos para esse tratamento (Wilcko et al 2009);
- Os Aines são inibidores de prostaglandinas, e seu uso prolongado pode levar a uma diminuição da atividade osteoclástica, que não é favorável ao tratamento, uma vez que a corticotomia busca aumentar a atividade osteoclástica. O uso de Aines para o controle da dor durante o tratamento ativo deve ser evitado, mas eles podem ser prescritos para a primeira semana após a cirurgia (Ferguson et al 2008 e Wilcko et al 2009);
- Pacientes com periodontite ativa ou qualquer doença nos tecidos de suporte periodontal ou dentário, (Ferguson et al 2008);
- Pacientes com problemas de diabetes não controlados (Bolding et al 2007);
- Pacientes com problemas de imunossupressão ou que usam medicação imunossupressora por longos períodos de tempo (Ferguson et al 2008);
- Pacientes com osteoporose ativa ou qualquer outro problema ósseo similar (Ferguson et al 2008);
- Pacientes com gengivas inserida deficientes, que podem levar a defeitos na área da papila (Bolding et al 2008);
- Infecções orais pré-existentes de qualquer tipo devem ser resolvidas antes do tratamento, (Wilcko et al 2009);
- Deve-se tomar cuidado aquando levantar o retalho e fazer as corticotomias para evitar danificar o feixe neuro vascular, periodonto, superfícies radiculares, a saída do nervo alveolar inferior, o qual pode estar numa posição não habitual (AlGhamdi 2010);

- Más oclusões moderadas ou graves são tratadas com exceção da Classe III esquelética;
- O custo extra da cirurgia, anestesia, enxerto, etc. pode ser uma limitação para pacientes com baixos recursos econômicos;
- É um procedimento cirúrgico moderadamente invasivo, e como todas as cirurgias desse tipo, certos riscos serão considerados, como a perda da crista óssea, a recessão gengival (AlGhamdi 2010);
- Edema moderado é esperado acompanhado de alguma dor (AlGhamdi 2010).

XI. Conclusão

As Corticotomias Alveolares permitem movimentos dentários acelerados com efeitos menos nocivos ao ligamento periodontal e osso alveolar, a eleição de um método de tratamento ortodôntico que acelere consideravelmente a velocidade de tratamento ainda é tema em discussão, atribuímos isso: ao número limitado de trabalhos disponíveis sobre as diversas técnicas; à falta de consenso quanto à metodologia utilizada para avaliar o efeito das corticotomias.

É muito importante o trabalho interdisciplinar entre o cirurgião ou periodontista e ortodontista para avaliar o caso clínico e oferecer as melhores alternativas de tratamento, para chegar a um plano de tratamento ideal para o paciente.

Novos estudos para esclarecimento e entendimento dos processos biológicos do RAP estimularão a busca por novos procedimentos menos invasivo e muito mais eficazes.

XII. Bibliografia

AlGhamdi, A. S. T. (2010). Corticotomy facilitated orthodontics: Review of a technique. *Saudi Dental Journal*, 22(1), 1–5.

Akay, M. C, Aras A, Günbay, T., Akyalçm, S., Koyuncue, B. O. (2009). Enhanced effect of combined treatment with corticotomy and skeletal anchorage in open bite correction. *J Oral Maxillofac Surg*, 67(3), 563–569.

Alikhani, M., Raptis, M., Zoldan, B., Sangsuwon, C., Lee, Y. B., Alyami, B., Teixeira, C. (2013). Effect of micro-osteoperforations on the rate of tooth movement. *Am. J Orthod Dentofacial Orthop*, 144(5), 639–648.

Almpani, K. & Kantarci, A. (2016). Surgical Methods for the Acceleration of the Orthodontic Tooth Movement. *Front Oral Biol*, 18 92–101.

Amit, G., J.P.S., K., Pankaj, B., Suchinder, S., Parul, B. (2012). Periodontally accelerated osteogenic orthodontics (PAOO) - a review. *J Clin Exp Dent*, 4(5), e292-6.

Al-Naoum, F., Hajeer, M., Y., Al-Jundi, A. (2014). Does alveolar corticotomy accelerate orthodontic tooth movement when retracting upper canines?: a split mouth design randomized controlled trial. *J. Oral Maxillofac Surg*, 72(10), 1880–1889.

Anholm M, Crites D, Hoff R, Rathbun E. (1986). Corticotomy-facilitated orthodontics. *CDA J*, 14(12), 7-11.

Asiry, M. A. (2018). Biological aspects of orthodontic tooth movement: A review of literature. *Saudi J. Biol Sci*, 25(6), 1027-1032.

Baloul, S. S., Gerstenfeld, L. C., Morgan, E. F., Carvalho, R. S., Van Dyke, T. E., Kantarci, A. (2011). Mechanism of action and morphologic changes in the alveolar bone in response to selective alveolar decortication–facilitated tooth movement. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop*, 139(4 suppl), s83–101.

Baumgaertel, S., Palomo, J. M., Palomo, L., & Hans, M. G. (2009). Reliability and accuracy of cone-beam computed tomography dental measurements. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop*, 136(1), 19–25.

Bartzela, T., Türp, J. C., Motschall, E., Maltha, J. C. (2009). Medication effects on the rate of orthodontic tooth movement: a systematic literature review. *Am J Orthod. Dentofacial Orthop*, 135(1), 16-26.

Bassett CA, Becker RO. (1968). Generation of electric potentials by bone in response to mechanical stress. *Science*, 137(3535), 1063-1064.

Beckwith, F. R., Ackermann, R. J Jr, Cobb, C. M., Beckwith, F. R., Ackerman, Jr. RJ., Cobb, C. M., Tira, D. E. (1999). An evaluation of factors affecting duration of orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 115(4), 439–447.

Berco, M., Rigali, P. H., Miner, R. M., DeLuca, S., Anderson, N. K., & Will, L. A. (2009). Accuracy and reliability of linear cephalometric measurements from cone-beam computed tomography scans of a dry human skull. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop*, 136(1), 17.e 1-9; discussion.

Bertossi D, Vercellotti T, Podesta A, Nocini PF. (2011). Orthodontic microsurgery for rapid dental repositioning in dental malpositions. *J. Oral Maxillofac Surg.*, 69(3), 747–53. 36.

Binderman, I., Gadban, N., Bahar, H., Herman, A., & Yaffe, A. (2010). Un commentaire sur le mouvement orthodontique accéléré par stimulation ostéogénique du parodonte – une alternative clinique. *Inter. Orthod*, 8(3), 268–277.

Bogoch, E., Gschwend, N., Rahn, B., Moran, E., Perren, S. (1993). Healing of cancellous bone osteotomy in rabbits Part I: Regulation of bone volume and the regional acceleratory phenomenon in normal bone. *J. Orthop. Res*, 11(2), 285–291.

Bohl, M. V, Maltha, J. C, Hoff, J. W. V. D., Kuijpers-Jagtman, A. M. (2004). Focal hyalinization during experimental tooth movement in beagle dogs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 125 (5), 615–623.

- Bohl, M., V., Kuijpers-Jagtman, A. M. (2009). Hyalinization during orthodontic tooth movement: a systematic review on tissue reactions. *Eur J. Orthod*, 31(1), 30–36.
- Bolding SL, Roblee RD. Aperfeiçoamento da terapia ortodôntica com a distração osteogénica dento-alveolar. (2008). In Bell WE, Guerrero C. Distração Osteogénica do esqueleto Facial. (p. 203- 213). São Paulo Brasil.
- Borzabadi-Farahani, A. (2012). A review of the oral health-related evidence that supports the orthodontic treatment need indices. *Progress in Orthodontics*, 13(3), 314–325.
- Buyuk SK, Yavuz MC, Genc E, Sunar O. (2018). A novel method to accelerate orthodontic tooth movement. *Saudi Med J* 39(2), 203-8.
- Cano, J., Campo, J., Bonilla, E., Colmenero, C. (2012), Corticotomy-assisted orthodontics. *J Clin Exp Dent*, 4 (1), e54-9.
- Charavet, C., Lecloux, G., Bruwier, A., Rompen, E., Maes, N., Limme, N., Lambert, F. (2016). Localized piezoelectric alveolar decortication for orthodontic treatment in adults: A randomized controlled trial. *J Dent Res.*, 95(9), 1003–9.
- Chiego D. J. (2014). *Principios de Histología y Embriología Bucal con Orientación Clínica*. 4 a. ed. (p. 136 - 147). Madrid España.
- Cho, K.-W., Cho, S.-W., Oh, C.-O., Ryu, Y.-K., Ohshima, H., & Jung, H.-S. (2007). The effect of cortical activation on orthodontic tooth movement. *Oral Diseases*, 13(3), 314–319.
- Chung, K. R, Kim, S. H, Lee, B. S. (2009). Speedy surgical-orthodontic treatment with temporary anchorage devices as an alternative to orthognathic surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 135(6), 787-98.
- Cohen G, Campbell P. M., Rossouw P.E., Buschang P. H. (2010). Effects of increased surgical trauma on rates of tooth movement and apical root resorption in foxhound dogs. *Orthod Craniofac Res*, 13(3), 179-190.

Consolaro, A., Cardoso, L. B, Kinoshita, A. M. O., Francischone, L. A, Santamaria, Jr M,

Fracalossi, A. C. C., Maldonado, V. B. (2011). Reabsorção óssea à distância na movimentação ortodôntica: quando se inicia e o como ocorre a reorganização periodontal. *Dental Press J Orthod*, 16(3), 25-31.

Cruz, D. R, Kohara, E. K, Ribeiro, M.S, Wetter, N. U. (2004). Effects of low intensity laser therapy on the orthodontic movement velocity of human teeth: a preliminary study. *Lasers Surg Med*, 35(2), 117-120.

Davidovitch, Z. (1991). Tooth movement. *Crit Rev Oral Biol Med*, 2(4), 411-50.

Dibart, S., Yee, C., Surmenian, J., Sebaoun, J. D., Baloul, S., Goguet-Surmenian, E., & Kantarci, A. (2014). Tissue response during Piezocision-assisted tooth movement: a histological study in rats. *Eur J. Orthod*, 36(4), 457–464.

Diravidamani, K., Sivalingam, S., Agarwal, V. (2012). Drugs influencing orthodontic tooth movement: An overall review. *J Pharm Bioallied Sci.*, 4(suppl 2), S299-303

Doshi-Mehta, G., & Bhad-Patil, W. A. (2012). Efficacy of low-intensity laser therapy in reducing treatment time and orthodontic pain: A clinical investigation. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, 141(3), 289–297.

Düker, J. (1975). Experimental animal research into segmental alveolar movement after corticotomy. *J Maxillofac Surg*, 3(2), 81–84.

Faloni, A. P. S, Schoenmaker, T., Azari, A., Katchburian, E., Cerri, P. S., de Vries, T. J., & Everts, V. (2011). Jaw and Long Bone Marrows Have a Different Osteoclastogenic Potential. *Calcif Tissue Int*, 88(1), 63–74.

Ferguson, D. J, Wilcko, W. M, Wilcko, M. T. (2008). Decorticação alveolar seletiva para tratamento ortocirúrgico rápido de más oclusões esqueléticas. In Bell W. E. Guerrero C. *Distração Osteogénica do esqueleto Facial*. (p. 215- 219). São Paulo Brasil.

Fischer, T. J. (2007). Orthodontic Treatment Acceleration with Corticotomy-assisted Exposure of Palatally Impacted Canines. *Angle Orthod*, 77(3), 417–420.

Frost, H. M. (1983). The regional acceleratory phenomenon: a review. *Henry Ford Hosp Med J*, 31(1), 3-9.

Frost, H. M. (1989). The Biology of Fracture Healing. An overview for clinicians. Part I. *Clin Orthop Relat Res.*, (248), 283-293.

Frost, H. M. (1989). The biology of fracture healing: An overview for clinicians. Part II. *Clin Orthop Relat Res.*, (248), 294–309.

Fuhrmann, R. A. W. (2002). Three-dimensional evaluation of periodontal remodeling during orthodontic treatment. *Seminars Orthodontics* 8(1), 23-28.

Gantes, B., Rathbun, E., Anholm, M. (1990). Effects on the Periodontium Following Corticotomy-Facilitated Orthodontics. Case Reports. *J. Periodontology*, 61(4), 234–238.

Generson, R.M., Porter, J.M., Zell, A., Stratigos, G.T. (1978). Combined surgical and orthodontic management of anterior open bite using corticotomy. *J. of Oral Surgery*, 36(3), 216-9.

Germeç, D., Giray B., Kocaderelic, I. Enacar, A. (2006). Lower incisor retraction with a modified corticotomy. *Angle Orthod*, 76(5), 882–890.

Grünheid, T., Morbach, B. A., & Zentner, A. (2007). Pulpal cellular reactions to experimental tooth movement in rats. *Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol, Oral Radiol Endod* 104(3), 434–441.

Gusmão, E. S., Queiroz, R. D. C. de, Coelho, R. de S., Cimdões, R., & Santos, R. L. dos. (2011). Relação entre dentes mal posicionados e a condição dos tecidos periodontais. *Dental Press J. Orthod*, 16(4), 87–94.

Gusmão, E. S., Santos, R., L., Silveira, R. C., J., Souza, E. H. A. (2005). Avaliação clínica

e sistêmica em pacientes que procuram tratamento periodontal. *Rev. Odonto Ciência – Fac. Odonto/PUCRS*, 20(49), 199-203.

Hassan, A. H., Al-Saeed, S. H., Al-Maghlouth, B. A., Bahammam, M. A., Linjaw, A. I., El-Bialy, T. H. (2015). Corticotomy-assisted orthodontic treatment. A systematic review of the biological basis and clinical effectiveness. *Saudi Med J*, 36(7), 794-801.

Henneman, S., Von den Hoff, J. W., Maltha, J. C. (2008). Mechanobiology of tooth movement. *Eur J Orthod*, 30(3), 299-306.

Hwang, H. S., Lee, K. H. (2001). Intrusion of overerupted molars by corticotomy and magnets. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop*, 120(2), 209–216.

Ilizarov GA. (1988). The principles of the Ilizarov method. *Bull Hosp Jt Dis Orthop Inst*. 48(1):1–11.

Iino, S., Sakoda, S., Ito, G., Nishimori, T., Ikeda, T., & Miyawaki, S. (2007). Acceleration of orthodontic tooth movement by alveolar corticotomy in the dog. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop*, 131(4), 448.e1–448.e8.

Iino, S., Sakoda, S., Miyawaki, S. (2006). An Adult Bimaxillary Protrusion Treated with Corticotomy-Facilitated Orthodontics and Titanium Miniplates. *Angle Orthod*, 76(6), 1074–1082.

Iseri, H., Kisnisci, R., Bzizi, N., Tuz, H. (2005). Rapid canine retraction and orthodontic treatment with dentoalveolar distraction osteogenesis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 127(5), 533-541.

Jing, D., Xiao, J., Li, X., Li, Y., Zhao, Z. (2017). The effectiveness of vibrational stimulus to accelerate orthodontic tooth movement: a systematic review. *BMC Oral Health* 17(1), 143

Kateel, S. K., Agarwal, A., Kharae, G., Nautiyal, V. P., Jyoti, A., Prasad, P. N. (2016). A Comparative Study of Canine Retraction by Distraction of the Periodontal Ligament and Dentoalveolar Distraction Methods. *J. Maxillofac Oral Surg*, 15(2), 144–155.

- Kharkar, V. R., & Kotrashetti, S. M. (2010). Transport dentoalveolar distraction osteogenesis–assisted rapid orthodontic canine retraction. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 109(5), 687–693.
- Kim, S., J., Park, Y. G., Kang, S. G. (2009). Effects of Corticision on Paradental Remodeling in Orthodontic Tooth Movement. *Angle Orthod*, 79(2), 284–291.
- Kim, Y. S., Kim, S. J., Yoon, H. J., Lee, P. J., Moon, W., Park, Y.G. (2013). Effect of piezopuncture on tooth movement and bone remodeling in dogs. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, 144(1), 23–31.
- King, G. J., Keeling, S. D., Wronski, T. J. (1991). Histomorphometric study of alveolar bone turnover in orthodontic tooth movement. *Bone*, 12(6), 401-9.
- Köle, H. (1959). Surgical operations on the alveolar ridge to correct occlusal abnormalities. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 12(3), 277-88.
- Köle, H. (1959). Surgical operations on the alveolar ridge to correct occlusal abnormalities. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.*, 12(4), 413-20 contd.
- Köle, H. (1959). Surgical operations on the alveolar ridge to correct occlusal abnormalities. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 12(5):515-29 concl.
- Krishnan, V., Davidovitch, Z. (2006). Cellular, molecular, and tissue level reactions to orthodontic force. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 129(4), 469e.1-32.
- Krishtab, S.I., Doroshenko, S.I, Liutik, G.I. (1986). [Use of vibratory action on the teeth to accelerate orthodontic treatment]. *Stomatologiia*, 65(3),61-3.
- Kurol, J. & Owman-Moll, P. (1998). Hyalinization and root resorption during early orthodontic tooth movement in adolescents. *Angle Orthod*, 68(2), 161-5.
- Lee, J. K., Chung, K. R., Baek, S. H. (2007). Treatment Outcomes of Orthodontic Treatment, Corticotomy-Assisted Orthodontic Treatment, and Anterior Segmental Osteotomy for

Bimaxillary Dentoalveolar Protrusion. *Plast Reconstr Surg*, 120(4), 1027–1036.

Lee, W., Karapetyan, G., Moats, R., Yamashita, D. D., Moon, H. B., Ferguson, D. J., Yen, S. (2008). Corticotomy-/Osteotomy-assisted Tooth Movement microCTs Differ. *J Dent Res*, 87(9), 861–867.

Nowzari, H., Yorita, F.K., Chang, H. C. (2008). Periodontally accelerated osteogenic orthodontics combined with autogenous bone grafting. *Compend Contin Educ Dent.*, 29(4), 200-6; quiz 207, 218.

Liou, E. J. W., Huang, C. S. (1998). Rapid canine retraction through distraction of the periodontal ligament. *Am J Orthod Dentofac Orthop.*, 114(4), 372–382.

Maia, L. P., Novaes, A. B., de Souza, S. L. S., Palioto, D. B., Taba, M., Grisi, M. F. M. (2011). Ortodontia e Periodontia – Parte I: Alterações Periodontais após a Instalação de Aparelho Ortodôntico. *Braz J Periodontol*, 21(3), 40-45.

McFadden, W. M., Engstrom, C., Engstrom, H., Anholm, J. M. (1989). A study of the relationship between incisor intrusion and root shortening. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 96(5), 390-6.

Marks, S. C., & Schroeder, H. E. (1996). Tooth eruption: Theories and facts. *Anat Record*, 245(2), 374–393.

Mathews, D. P., & Kokich, V. G. (2013). Accelerating tooth movement: The case against corticotomy-induced orthodontics. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop*, 144(1), 5–13.

Miles P., Smith H, Weyant R, Rinchuse D. J. (2012). The effects of a vibrational appliance on tooth movement and patient discomfort: a prospective randomised clinical trial. *Aust Orthod J.*, 28(2), 213-8. .

Moon, C. H., Wee, J. U., Lee, H. S. (2007). Intrusion of Overerupted Molars by Corticotomy and Orthodontic Skeletal Anchorage. *Angle Orthod*, 77(6), 1119–1125.

Murphy, C. A., Chandhoke, T., Kalajzic, Z., Flynn, R., Utreja, A., Wadhwa, S., Uribe, F.

(2014). Effect of corticision and different force magnitudes on orthodontic tooth movement in a rat model. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop*, 146(1), 55–66.

Murphy, N. C., Bissada, N. F., Davidovitch, Z., Kucska, S., Bergman, R. T., Dashe, J., Enlow, D. H. (2012). Corticotomy and Tissue Engineering for Orthodontists: A Critical History and Commentary. *Semin Orthod*, 18(4), 295-307.

Murphy, N. C., Wilcko, M. T., Bissada, N. F., Davidovitch, Z., H. Enlow, D.H., Dashe, J. (2015). Corticotomy-facilitated orthodontics: Clarion call or siren song. In: *Orthodontically Driven Corticotomy Tissue Engineering to Enhance, Orthodontic and Multidisciplinary Treatment*. (p 1-39) London UK.

Murphy, K. G., Wilcko, M. T., Wilcko, W. M., Ferguson, D. J. (2009). Periodontal Accelerated Osteogenic Orthodontics: A Description of the Surgical Technique. *J. Oral and Maxillofac. Surg*, 67(10), 2160–2166.

Naranjo, A. A., Triviño, M. L., Jaramillo, A., Betancourth, M., Botero, J. E. (2006). Changes in the subgingival microbiota and periodontal parameters before and 3 months after bracket placement. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop*, 130(3), 275 e17–22.

Nishimura, K., Nakao, K., Aoki, T., Fuyamada, M., Saito, K., Goto, S. (2012). Orthodontic correction of a transposed maxillary canine and first premolar in the permanent dentition. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop*, 142(4), 524–533.

Nishimura, M., Chiba, M., Ohashi, T., Sato, M., Shimizu, Y., Igarashi, K., & Mitani, H. (2008). Periodontal tissue activation by vibration: Intermittent stimulation by resonance vibration accelerates experimental tooth movement in rats. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop*, 133(4), 572–583.

O'Hara, P. (2005). Orthodontic treatment and retention outcomes with and without PAOO and fixed retainers. Master's thesis in orthodontics, Boston University.

Ohmae, M., Saito, S., Morohashi, T., Qu H., Seki, K., Kurabayashi, H. (2001). Biomechanical acceleration of experimental tooth movement by ultrasonic vibration in

vivo—part 1. Homo-directional application of ultrasonication to orthodontic force. *Orthod Waves*; 60:201-12.

Oliveira, D. D., Bolognese, A. M, Souza, M. M. G. (2007). Corticotomias seletivas no osso alveolar para auxiliar a movimentação ortodôntica. *Rev Clín Ortodontia Dental Press*, 6(3), 66-72.

Oliveira, D. D., Oliveira, B. F., Brito, H. H. A., Souza, M. M. G., Medeiros, P. J. (2008). Selective alveolar corticotomy to intrude overerupted molars. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop*, 133(6), 902–908.

Oliveira, D. D., Oliveira, B. F., Soares, R. V. (2010). Corticotomias alveolares na Ortodontia: indicações e efeitos na movimentação dentária. *Dental Press J. Orthod.*, 15(4), 144–157.

Olympio, K. P. K., Bardal, P. A. P., Henriques, J. F. C., Bastos, J. R. de M. (2006). Prevenção de cárie dentária e doença periodontal em Ortodontia: uma necessidade imprescindível. *Rev. Dent Press Ortodon Ortop Facial*, 11(2), 110–119.

Oppenheim A. (2007). Tissue changes, particularly of the bone, incident to tooth movement. *Eur J. Orthod*, 29(Suppl 1), i2-i15.

Pedraza, J., L., M., Marquezan M., Nojima, L., I., Nojima, M., C., G. (2018). Macroscopic and microscopic evaluation of flapless alveolar perforations on experimental tooth movement. *Dental Press J Orthod.*, 23(6), 73-9.

Prasad, S., Ravindran, S. (2014). Effect of micro-osteoperforations. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 145(3), 273.

Richter, A. E., Arruda, A. O., Peters, M. C., & Sohn, W. (2011). Incidence of caries lesions among patients treated with comprehensive orthodontics. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop*, 139(5), 657–664.

Roberts, W. E, Huja, S., Roberts, J. A. (2004). Bone modeling: biomechanics, molecular mechanisms, and clinical perspectives. *Semin Orthod*, 10(2), 123–161.

- Rothe, L. E., Bollen, R. M., Herring, S. W. (2006). Trabecular and cortical bone as risk factors of orthodontic relapse. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 130(4), 476-484.
- Rynearson R. D. (1987). A non-human primate model for studying corticotomy-facilitated orthodontic tooth movement [thesis]. Loma Linda, Calif: Loma Linda University. USA
- Saito, S., & Shimizu, N. (1997). Stimulatory effects of low-power laser irradiation on bone regeneration in midpalatal suture during expansion in the rat. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop*, 111(5), 525–532.
- Samuels, R. H., Pender N, Last, K. S. (1993). The effects of orthodontic tooth movement on the glycosaminoglycan components of gingival crevicular fluid. *J Clin Periodontol*, 20(5), 371-7.
- Sanjideh, P. A, Rossouw, P. E, Campbell, P. M., Opperman, L. A., Buschang, P. H. (2010). Tooth movements in foxhounds after one or two alveolar corticotomies. *Eur J Orthod*, 32(1), 106–113.
- Sebaoun, J. D, Ferguson, D. J, Wilcko, M. T, Wilcko, W. M. (2007). Corticotomie alvéolaire et traitements orthodontiques rapides. *Orthod Fr*, 78(3), 217-225.
- Sebaoun, J. D., Kantarci, A., Turner, J. W., Carvalho, R. S., Van Dyke, T. E., Ferguson, D. J. (2008). Modeling of Trabecular Bone and Lamina Dura Following Selective Alveolar Decortication in Rats. *J. Periodontol*, 79(9), 1679–1688.
- Sebaoun, J. D, Surmenian, J., Dibart, S. (2011). [Accelerated orthodontic treatment with piezocision: a mini-invasive alternative to conventional corticotomies]. *Orthod Fr*, 82(4), 311-9.
- Snyder, C. C.; Levine, G. A.; Swanson, H. M; Browne, H, (1973). Mandibular lengthening by gradual distraction. Preliminar report. *Plast. Reconstr. Surg*, 51(5), 506-508.
- Spena, R., Caiazzo, A., Gracco, A., Siciliani, G. (2007). The use of segmental corticotomy to enhance molar distalization. *J Clin Orthod*, 41(11), 693–699.

Spiegelberg, B., Parratt, T., Dheerendra, S., Khan, W., Jennings, R., & Marsh, D. (2010). Ilizarov principles of deformity correction. *Ann R Coll Surg Engl*, 92(2), 101–105.

Suamphan, S. (2010). Change in Rate of Orthodontic Tooth Movement and Interleukin - 1beta Level in Gingival Crevicular Fluid in Response to Mechanical Vibratory Stimulation from Electrical Toothbrush (Mater of Science in Oral Health Sciences) Prince of Songkla University.Tailandia.

Suya H. (1991). Corticotomy in orthodontics. In: Hosl E., Baldauf A. (Eds.), Mechanical and biological basics in orthodontic therapy. Hëtlig Buch, Heidelberg, Germany, 207–26.

Teixeira, C. C., Khoo, E., Tran, J., Chartres, I., Liu, Y., Thant, L. M., Alikhani, M. (2010). Cytokine Expression and Accelerated Tooth Movement. *J Dent Res*, 89(10), 1135–1141.

Ten Cate, A. R. (1997). The development of the periodontium? a largely ectomesenchymally derived unit. *Periodontol 2000*, 13(1), 9–19.

Thierry M, & Charrier J. B. (2008). Alveolar corticotomies: principles and clinical applications. *Int Orthod*, 6(4), 343-354. doi.org/10.1016/S1761-7227(08)74951-9

Verna, C. (2000). The rate and the type of orthodontic tooth movement is influenced by bone turnover in a rat model. *Eur J. Orthod*, 22(4), 343–352.

Verna, C. (2016). Regional Acceleratory Phenomenon. *Front Oral Biol*, (18) 28–35. Doi. 10.1159/000351897.

Verna, C., & Melsen, B. (2003). Tissue reaction to orthodontic tooth movement in different bone turnover conditions. *Orthod Craniofac Res*, 6(3),155–163.

Vercellotti T, Podesta A. (2007). Orthodontic microsurgery: a new surgically guided technique for dental movement. *Int J Periodontics Restorative Dent.*, 27(4), 325–31.

Vig, P. S, Weintraub, J. A, Brown, C. Kowalski, C. J. (1990). The duration of orthodontic treatment with and without extractions: a pilot study of five selected practices. *Am J Orthod*

Dentofacial Orthop, 97(1), 45–51.

Wang, L., Lee, W., Lei, D., Liu, Y., Yamashita, D.-D., & Yen, S. L.-K. (2009). Tissue responses in corticotomy- and osteotomy-assisted tooth movements in rats: Histology and immunostaining. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop*, 136(6), 770.e1–770.e11.

Weltman, B., Vig, K. W. L., Fields, H. W., Shanker, S., & Kaizar, E. E. (2010). Root resorption associated with orthodontic tooth movement: A systematic review. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop*, 137(4), 462–476.

Wilcko, M. T., Ferguson, D. J., Makki, L., Wilcko, W. M. (2015). Keratinized Gingiva Height Increases After Alveolar Corticotomy and Augmentation Bone Grafting. *J Periodontol.*, 86(10), 1107-15.

Wilcko, M. T., Wilcko, W. M., Bissada, N. F. (2008). An evidence-based analysis of periodontally accelerated orthodontic and osteogenic techniques: A synthesis of scientific perspectives. *Semin Orthod*, 14(4), 305-316.

Wilcko, M. T., Wilcko, W. M., Pulver, J. J., Bissada, N. F., Bouquot, J. E. (2009). Accelerated Osteogenic Orthodontics Technique: A 1-Stage Surgically Facilitated Rapid Orthodontic Technique with Alveolar Augmentation. *J. Oral Maxillo Surg.*, 67(10), 2149–2159.

Wilcko M. T., Wilcko W. M. (2011). The Wilckodontics technique: accelerated osteogenic orthodontics (AOO)—an overview. *Orthotown*, 4:36-48.

Wilcko, W. M., Wilcko, T., Bouquot, J. E., Ferguson, D. J. (2001). Rapid orthodontics with alveolar reshaping: two case reports of decrowding. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 21(1), 9-19.

Wilcko, W. M., Ferguson, D. J., Bouquot, J. E., Wilcko, M. T. (2003). Rapid orthodontic decrowding with alveolar augmentation: case report. *World J Orthod.*, 4(3), 197-205.

Wilcko, W. M., Wilcko, M. T. (2013). Accelerating tooth movement: The case for corticotomy

-induced orthodontics. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, 144(1), 4–12.

Wise, G. E. & King, G. J. (2008). Mechanisms of Tooth Eruption and Orthodontic Tooth Movement. *J Dent Res*, 87(5), 414-434.

Yaffe, A., Fine, N., Binderman, I. (1994). Regional Accelerated Phenomenon in the Mandible Following Mucoperiosteal Flap Surgery. *J Periodontol*, 65(1), 79–83.

- Yang, C., Wang, C., Deng, F., & Fan, Y. (2015). Biomechanical effects of corticotomy approaches on dentoalveolar structures during canine retraction: A 3-dimensional finite element analysis. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop*, 148(3), 457–465.
- Yang, C., Zhang, Y. Zhang, Y., Fan, Y., Deng, F. (2015). Three dimensional quantification of orthodontic root resorption with time-lapsed imaging of micro-computed tomography in a rodent model. *J. X-Ray Sci Technol*, 23(5) 617–626.
- Yassaei, S., Fekrazad, R., Shahraki, N. (2013). Effect of Low Level Laser Therapy on Orthodontic Tooth Movement: A Review Article. *J Dent*, 10(3), 264-72.
- Yi, J., Xiao, J., Li, Y., Li, X., Zhao, Z. (2017). Efficacy of piezocision on accelerating orthodontic tooth movement: A systematic review. *Angle Orthod*, 87(4), 491–498.